

# Point Operation

Arithmetic Operation & Grayscale Transformation

김성영교수

금오공과대학교

컴퓨터공학과

## Section 01 화소 영역 처리의 개념

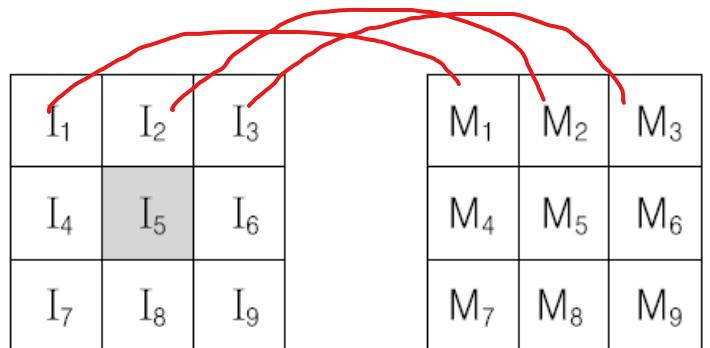
### 화소 영역 처리

- 화소의 원값이나 위치를 바탕으로 화소 값을 변경하는 화소의 점 처리과 달리 해당 입력 화소뿐만 아니라 그 주위의 화소 값도 함께 고려하는 공간 영역 연산
- 회선 기법(또는 컨벌루션 기법, Convolution Technique)으로 수행하므로, 화소의 영역 처리를 회선 처리(Convolution Processing) 또는 컨벌루션 처리라고 함.
- 원시 화소와 이웃한 각 화소에 가중치를 곱한 합을 출력 화소로 생성

$$Output\_pixel[x, y] = \sum_{m=(x-k)}^{x+k} \sum_{n=(y-k)}^{y+k} (I[m, n] \times M[m, n])$$

- **Output\_pixel[x, y]**: 회선 처리로 출력한 화소
- **I[m, n]**: 입력 영상의 화소
- **M[m, n]**: 입력 영상의 화소에 대응하는 가중치

## 화소 영역 처리의 개념(계속)



(a) 입력 영상

(b) 회선 마스크

출력 픽셀 값 :

$$I_1 \times M_1 + I_2 \times M_2 + I_3 \times M_3 + I_4 \times M_4 + I_5 \times M_5 + \\ I_6 \times M_6 + I_7 \times M_7 + I_8 \times M_8 + I_9 \times M_9$$

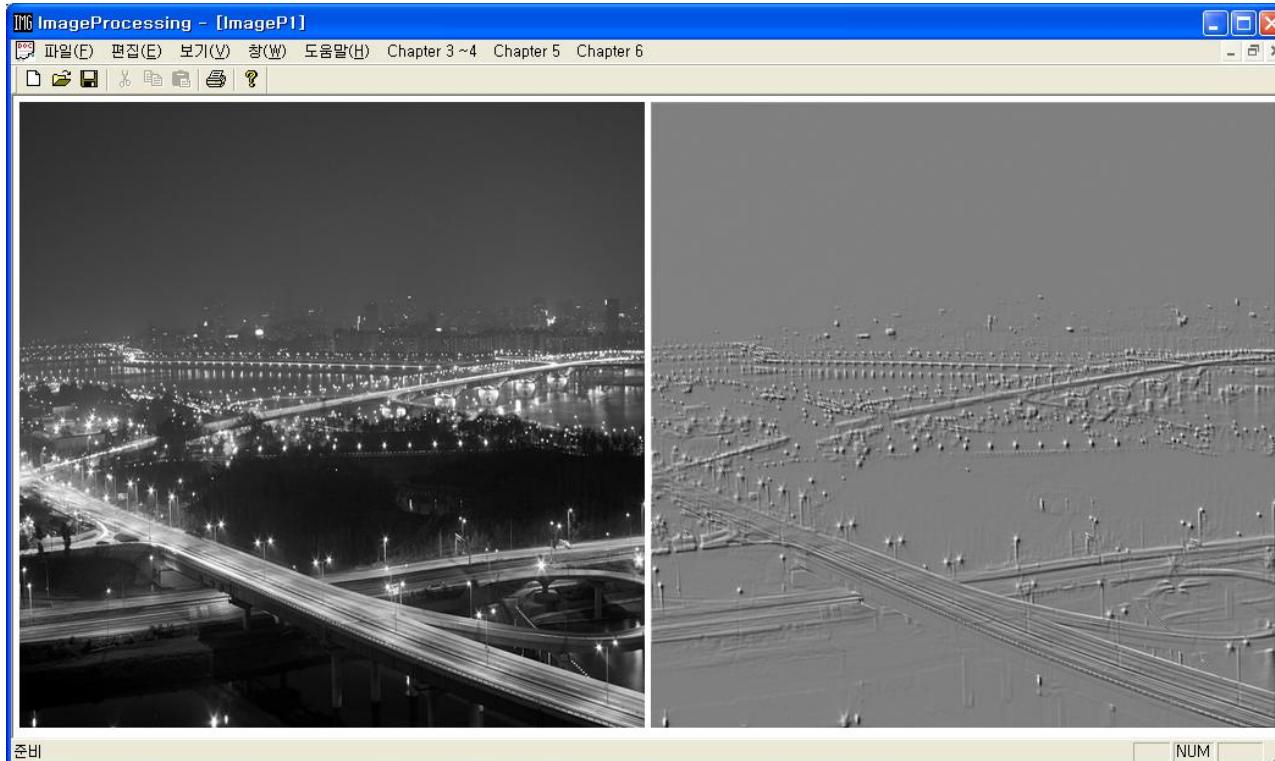
[그림 6-2] 회선 기법으로 출력 화소 생성

### 화소의 영역 기반 처리

- 엠보싱(Embossing) 효과, 블러링(Blurring), 샤프닝(Sharpening), 경계선 검출(Edge Detection), 잡음 제거 등의 기술이 있음.

# 엠보싱 효과

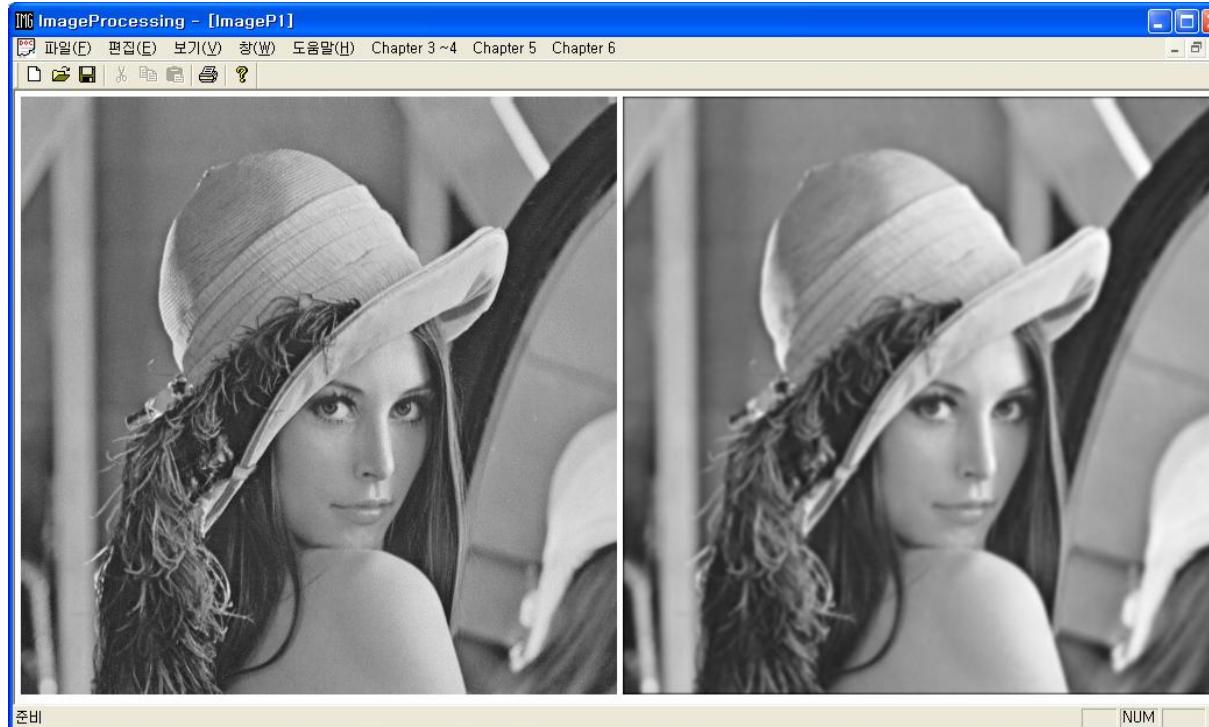
▶ 입력 영상을 양각 형태로 보이게 하는 기술



[그림 6-3] 입력 영상에 엠보싱 처리를 한 영상

# 블러링

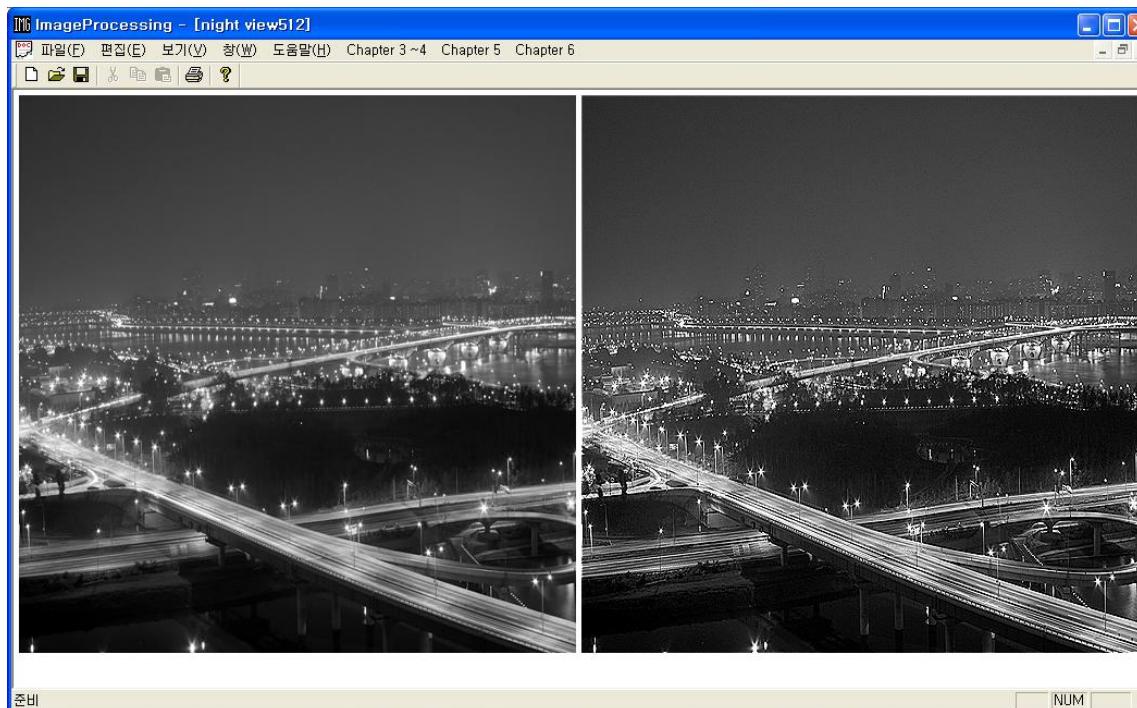
- ▶ 영상의 세밀한 부분을 제거하여 영상을 흐리게하거나 부드럽게 하는 기술
- ▶ 영상의 세밀한 부분은 주파수 축에서 보면 고주파 성분인데, 블러링은 이 고주파 성분을 제거해 줌.
- ▶ 사용하는 가중치의 회선 마스크는 저역통과 필터(Low Pass Filter)가 됨



[그림 6-4] 입력 영상에 블러링 처리를 한 영상

# 샤프닝

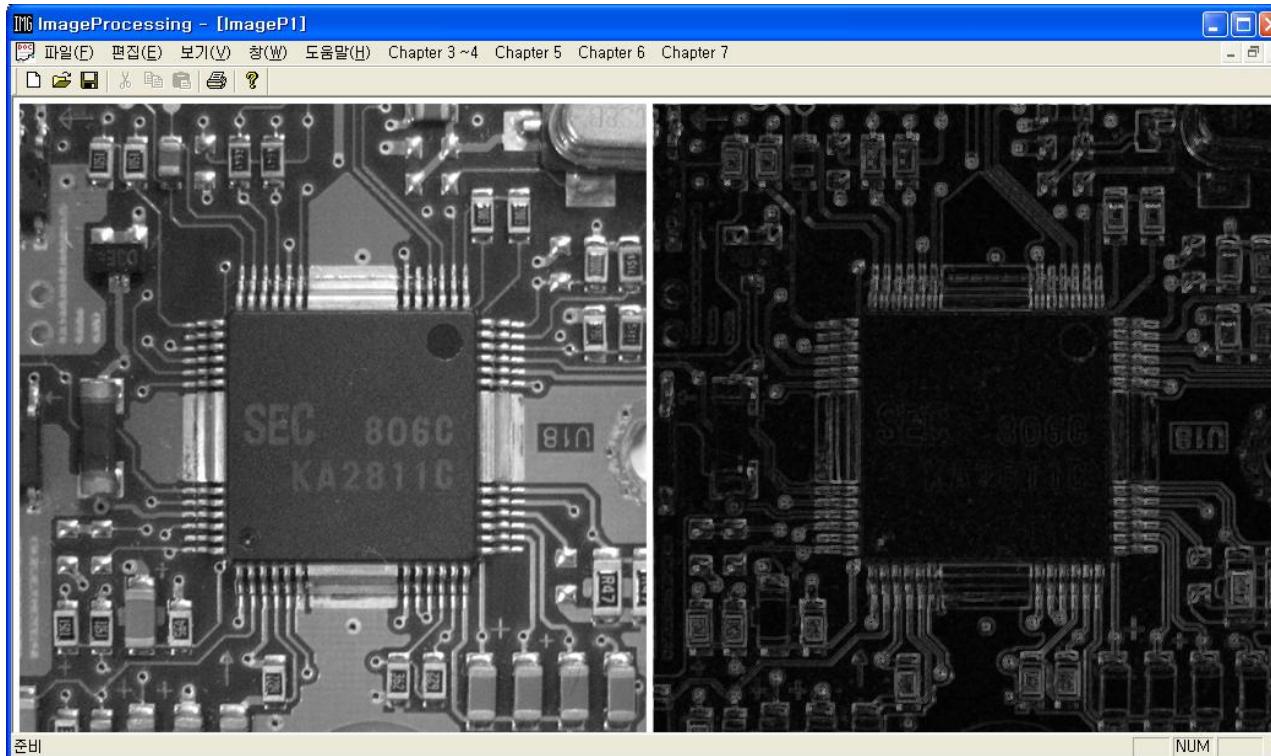
- ▶ 블러링과는 반대로 디지털 영상에서 상세한 부분을 더욱 강조하여 표현.
- ▶ 영상의 상세한 부분은 고주파 성분이므로 영상에서 저주파 성분만 제거하면 샤프닝 효과를 얻을 수 있음
- ▶ 사용되는 가중치의 회선 마스크는 고역통과 필터(High Pass Filter)가 됨.



[그림 6-5] 입력 영상에 샤프닝 처리를 한 영상

# 경계선 검출

- ▶ 디지털 영상의 경계선을 찾아내는 기술
- ▶ 경계선은 영상의 밝기가 낮은 값에서 높은 값으로 또는 높은 값에서 낮은 값으로 변하는 지점에 있으므로 입력한 영상의 정보가 많이 드는다.



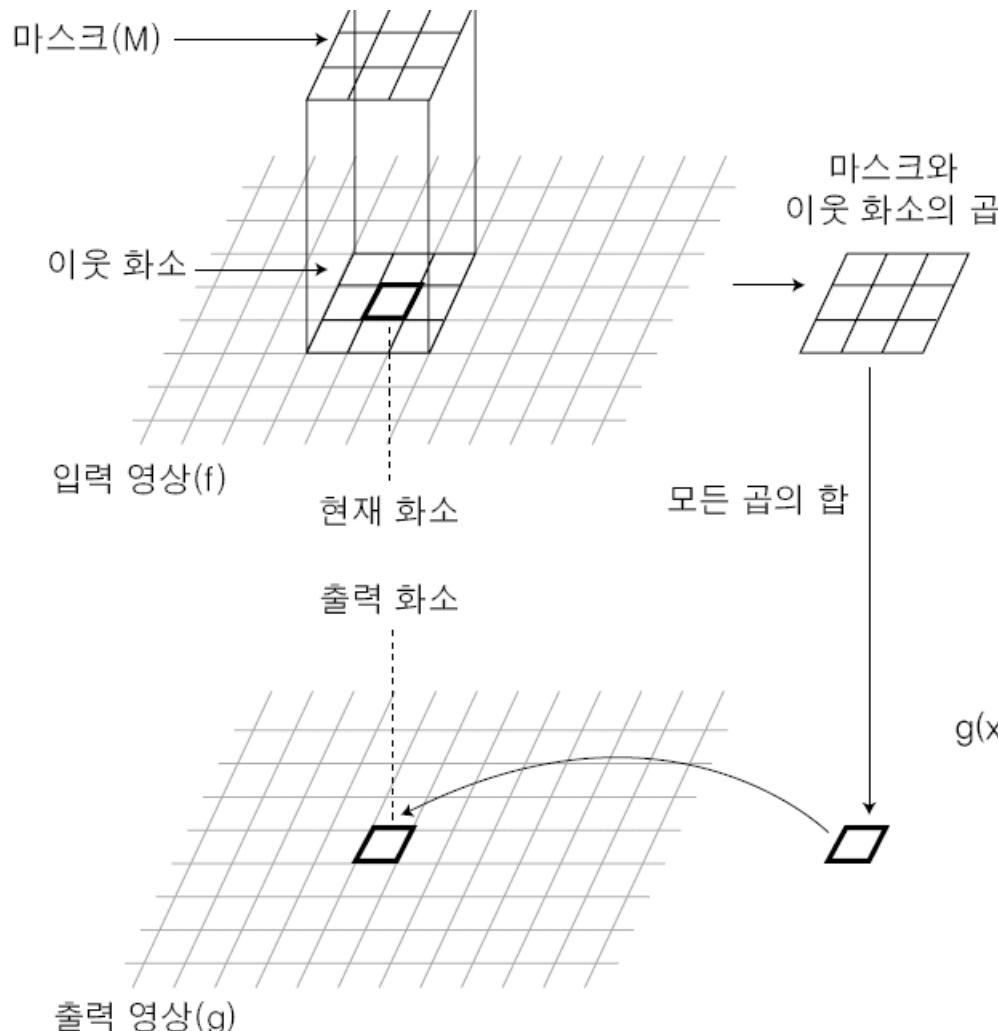
[그림 6-6] 입력 영상에 경계선 검출을 한 영상

## Section 02 회선 처리의 원리

### 화소의 영역 처리

- 디지털 영상처리 시스템은 선형 시불변 시스템  
→ 디지털 영상처리의 결과는 컨벌루션 또는 회선 기법으로 얻을 수 있음
- 회선 기법으로 생성되는 새로운 화소 값
  - 이웃한 화소 값과 이에 대응하는 회선 마스크의 가중치를 곱한 뒤 곱한 값을 더해서 얻음.
  - 가중치는 작은 행렬인 회선 마스크 또는 회선 커널로 구성됨.
- 디지털 영상에서 회선 기법
  - 가중치를 포함한 회선 마스크가 이동하면서 수행

## Section 02 회선 처리의 원리

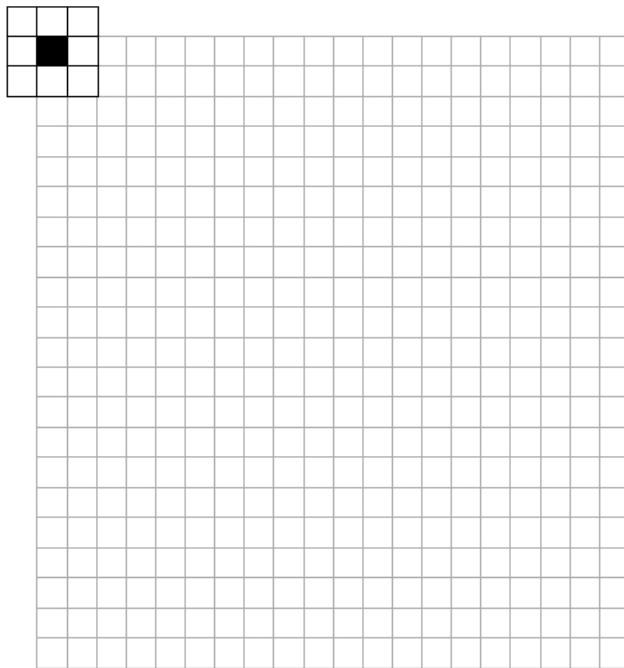


$$\begin{aligned} g(x, y) = & M(0, 0) \times f(x-1, y-1) + M(0, 1) \times f(x-1, y) \\ & + M(0, 2) \times f(x-1, y+1) + M(1, 0) \times f(x, y-1) \\ & + M(1, 1) \times f(x, y) + M(1, 2) \times f(x, y+1) \\ & + M(2, 0) \times f(x+1, y-1) + M(2, 1) \times f(x+1, y) \\ & + M(2, 2) \times f(x+1, y+1) \end{aligned}$$

[그림 6-7] 디지털 영상에서 회선을 처리하는 과정

## 회선 수행 방법

- ▶ 가중치를 포함한 회선 마스크가 이동하면서 수행
- ▶ 회선 마스크가 영상의 왼쪽 위 화소에서 오른쪽으로 한 화소씩 차례로 이동하면서 수행하여 새로운 화소를 만들어 냄.
- ▶ 한 줄에서의 회선 수행이 끝나면, 다음 줄로 이동하여 다시 한 화소씩 오른쪽으로 이동하면서 차례로 수행됨.



[그림 6-8] 회선 수행이 시작되는 위치

# 회선의 경계 부분 처리

## ➊ 회선의 경계 부분 처리

- 화소의 영역을 처리하려면 이웃 화소가 있어야 하지만 시작이나 끝부분에는 주변 화소가 없는 것처럼 회선 마스크에 대응할 요소가 없는 영상의 화소를 처리하는 방법을 경계 부분 처리라고 함.

## ➋ 0 삽입

- 회선 마스크에 대응되는 빈 영상의 화소 값을 모두 0으로 가정해서 회선을 수행하는 방법
- 0으로 설정해서 영상의 경계 부분에서 정확한 회선 처리가 불가능하므로 손실이 발생함.
- 프로그램을 단순하게 구현할 수 있다는 장점이 있음.

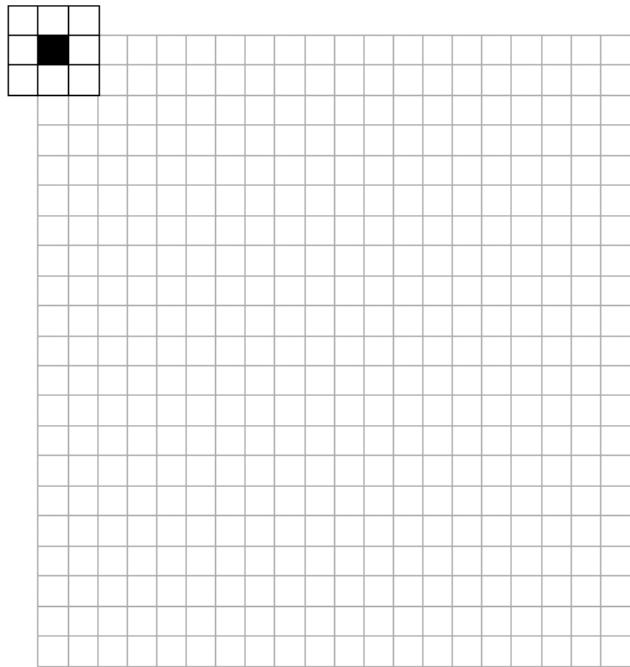
### ▶ 중첩 부분에서만 회선 수행

- 회선 마스크와 영상이 완전하게 중첩되는 위치에서 회선을 시작하도록 하는 방법
- 회선 마스크의 크기가  $3 \times 3$ 이면 모든 회선 마스크의 요소와 영상의 화소가 중첩되는 영상 위치 (1, 1)에서 회선을 시작함.
- 중첩 부분에서 회선 수행이 끝나면 경계 부분은 입력 영상과 같은 화소 값을 복사해서 사용
- 경계 부분은 회선 처리가 되지 않아 모든 영역이 회선 처리된 영상의 새로운 화소 값을 얻을 수는 없음.

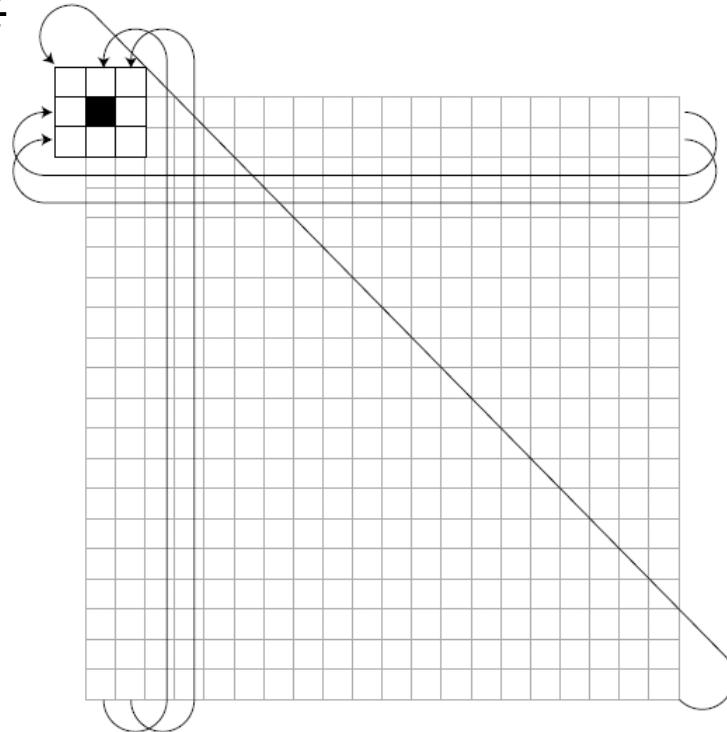
## 회선의 경계 부분 처리(계속)

### 영상의 크기를 조정하여 회선 수행

- 영상의 시작과 끝부분이 연결된 것으로 처리하는 방법
- 영상이 폐곡선을 형성해 영상의 경계 부분이 빈 영상의 화소 값을 대신
- 입력 영상의 첫 번째와 두 번째 행의 마지막 열에 있는 화소, 마지막 행의 첫 번째와 두 번째 열에 있는 화소, 마지막으로 대각선 방향으로 마지막 행의 마지막 열의 화소를 복사해 사용



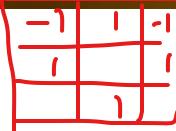
[그림 6-8] 회선 수행이 시작되는 위치



[그림 6-9] 영상의 크기를 조정하여 회선 수행

## 회선 마스크

### 회선 마스크의 특징



- 주변 화소의 값을 각 방향에서 대칭적으로 고려해야 함. 이것은 각 방향에 있는 같은 수의 이웃 화소에 기반을 두고 새로운 화소 값을 생성하기 때문
- 회선 마스크의 크기는 행과 열 모두 홀수의 크기를 사용하여  $3 \times 3, 5 \times 5, 7 \times 7$  등
- 회선 처리 기법으로 생성된 출력 영상은 밝기 에너지를 보존해야 하므로 영상의 평균 밝기를 원 영상과 똑같이 유지해야 함.
- 회선된 영상의 평균 밝기 값이 원본 영상과 같도록 많은 회선 마스크의 계수 합이 1이 되도록 함.
- 경계선 검출 등에서 사용되는 일부 회선 마스크에서는 음수의 계수를 포함하며, 계수 합이 0이 되도록 설계
- 음의 계수에서는 음의 화소 값을 생성될 수도 있으나 밝기는 항상 양의 값만 있으므로 생성된 화소 값에 일정한 상수(최대 밝기의  $1/2$ )를 더해서 양의 화소 값이 나오도록 함.

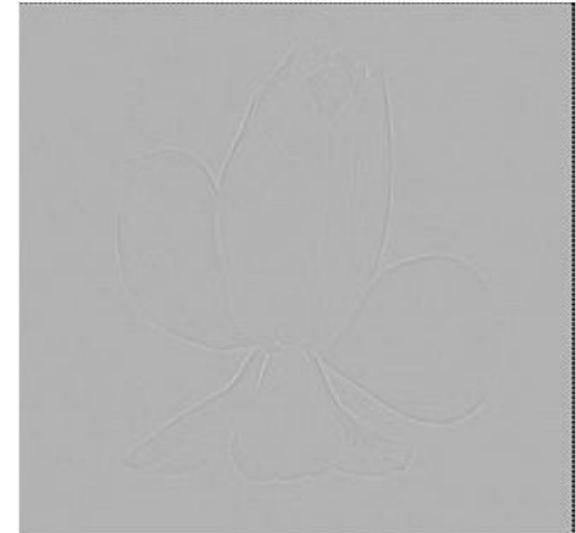
## 회선 마스크(계속)



원본 영상

|   |   |   |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 |

Sum=1



|   |    |   |
|---|----|---|
| 1 | 1  | 1 |
| 1 | -8 | 1 |
| 1 | 1  | 1 |

Sum=0

[그림 6-10] 회선 마스크에 따른 영상의 회선 처리

# 회선 마스크(계속)

## 회선 마스크에 따른 회선 처리 예

- 회선 마스크에 따른 결과를 간단히 확인할 수 있도록 1차원 데이터에서 1차원 회선 마스크를 사용하여 회선 처리

Case 1 : Sum = 1

|       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 원본 영상 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 50 | 80 | 80 | 80 | 20 | 10 | 10 |
| 마스크   | 0  | 1  | 0  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 결과 영상 | -  | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 50 | 80 | 80 | 80 | 20 | 10 | -  |

(a) 회선된 영상의 평균 밝기 값은 원본 영상과 같다.

Case 2 : Sum = 0

|       |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |     |     |    |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|-----|-----|----|
| 원본 영상 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10  | 50 | 80 | 80 | 80 | 20  | 10  | 10 |
| 마스크   | -1 | 2  | -1 |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |     |     |    |
| 결과 영상 | -  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | -40 | 10 | 30 | 0  | 60 | -50 | -10 | -  |

↓                                    ↓                                    ↓

-40                                    -50                            -10

(b) 경계 부분에서 급격한 값의 변화를 보인다(sum of result = 0).

[그림 6-11] 회선 마스크에 따른 회선 처리의 간단한 계산 예

# 엠보싱

- 회선 처리를 이용한 가장 기본적인 영상처리 방법
- 경계선 검출 기법에서 사용되는 회선 마스크와 같은 회선 마스크 사용
- 적절하게 구분된 경계선으로 영상이 볼록한 느낌을 갖게 됨(구리 판에 양각한 것 같은 효과)
- 가운데에 있는 계수가 다른 계수를 상쇄시키도록 구성해서 경계선을 검출. 이 경계선에서 양각한 효과를 얻을 수 있음.
- 마스크에는 음의 계수 값 -1이 있으므로 회선 처리로 생성된 영상의 화소 값은 음수

|   |   |   |     |     |     |
|---|---|---|-----|-----|-----|
| 0 | 0 | 0 | 255 | 255 | 255 |
| 0 | 0 | 0 | 255 | 255 | 255 |
| 0 | 0 | 0 | 255 | 255 | 255 |
| 0 | 0 | 0 | 255 | 255 | 255 |
| 0 | 0 | 0 | 255 | 255 | 255 |
| 0 | 0 | 0 | 255 | 255 | 255 |

(a) 원본 영상

|   |     |     |     |     |   |
|---|-----|-----|-----|-----|---|
| 0 | 128 | 255 | 255 | 128 | 0 |
| 0 | 128 | 255 | 255 | 128 | 0 |
| 0 | 128 | 255 | 255 | 128 | 0 |
| 0 | 128 | 255 | 255 | 128 | 0 |
| 0 | 128 | 255 | 255 | 128 | 0 |
| 0 | 128 | 255 | 255 | 128 | 0 |

(b) 엠보싱 처리 영상

[그림 6-12] 간단한 엠보싱 처리

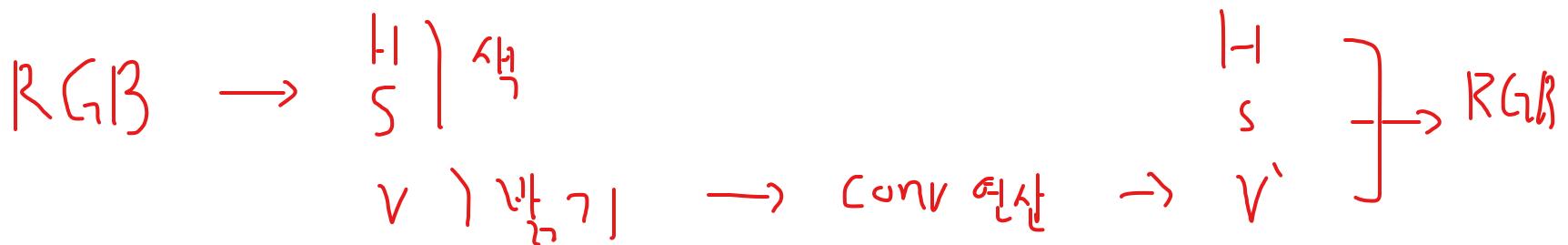
# 컬러 영상의 회선 처리

## 컬러 영상의 회선 처리

- 컬러 영상은 R, G, B 채널 세 개를 이용해 다양한 색을 표현하므로 이 채널을 응용하여 회선 처리 수행
- 독립 채널별 회선 수행과 HSI 컬러 모델로 변경한 뒤 회선을 처리하는 두 가지 방법이 있음  $HSI$

## 독립 채널별 회선 수행

- RGB 컬러 영상을 R, G, B 채널로 분리하여 채널별로 각각 회선을 수행한 뒤 회선 처리된 각 채널을 다시 조합해서 회선된 컬러 영상 생성
- RGB 컬러 영상은 채널 세 개를 조합해서 색을 표현하므로 회선 과정에서 아주 작은 오류만 발생해도 조합된 회선에서 정확한 결과를 만들지 못함.



## 컬러 영상의 회선 처리(계속)

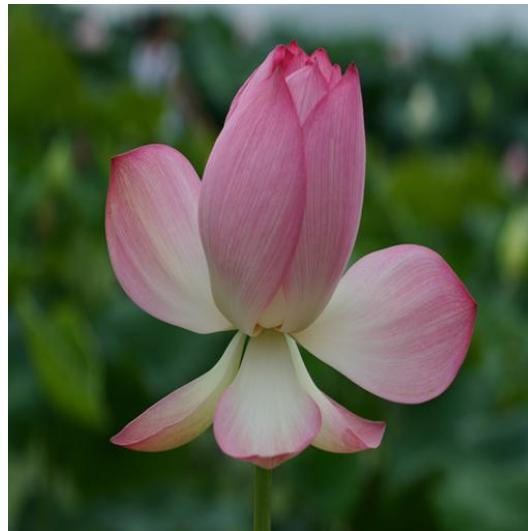
### ▣ HSI 컬러 모델로 변경 후 회선 처리

- RGB 컬러 영상을 우선으로 해서 HSI 컬러 모델로 변환하여 색상(H), 명도(I), 채도(S) 성분을 얻음
- 밝기 성분인 명도(I) 부분만 회선 처리를 수행하고 나머지 두 성분은 수행하지 않음. 마지막으로 HSI는 다시 RGB 컬러 영상으로 변환됨.
- 색상(H)에서 회선 처리를 하지 않아 원 영상의 색상 부분이 그대로 보존되므로 독립 채널별로 회선을 처리하는 방법보다 더 정확

## 컬러 영상의 회선 처리(계속)



[그림 6-13] 채널별 회선 수행 뒤 합성한 컬러 회선 영상



[그림 6-14] HSI 변환 뒤 밝기(I)만 회선 처리된 영상

## Section 03 블러링

### ▶ 블러링 회선 마스크

- 블러링 회선 마스크는 모든 계수가 양수로 전체 합은 1
- 디지털 영상에서 세세한 부분은 화소 값이 극단적인 값에 속함. 이 극단적 값을 제거하는 대표적인 방법이 바로 평준화로, 평균값으로 대체하는 것
- 블러링 회선 마스크의 계수는 평균을 구하는데 사용되므로 모두 값이 같음.

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 1/9 | 1/9 | 1/9 |
| 1/9 | 1/9 | 1/9 |
| 1/9 | 1/9 | 1/9 |

|      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| 1/25 | 1/25 | 1/25 | 1/25 | 1/25 |
| 1/25 | 1/25 | 1/25 | 1/25 | 1/25 |
| 1/25 | 1/25 | 1/25 | 1/25 | 1/25 |
| 1/25 | 1/25 | 1/25 | 1/25 | 1/25 |

[그림 6-15] 블러링 마스크의 회선 계수

## 블러링 회선 마스크(계속)

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 1/9 | 1/9 | 1/9 |
| 1/9 | 1/9 | 1/9 |
| 1/9 | 1/9 | 1/9 |

|    |    |     |     |     |    |    |
|----|----|-----|-----|-----|----|----|
| 90 | 90 | 90  | 90  | 90  | 90 | 90 |
| 90 | 90 | 90  | 90  | 90  | 90 | 90 |
| 90 | 90 | 255 | 255 | 255 | 90 | 90 |
| 90 | 90 | 255 | 255 | 255 | 90 | 90 |
| 90 | 90 | 255 | 255 | 255 | 90 | 90 |
| 90 | 90 | 90  | 90  | 90  | 90 | 90 |
| 90 | 90 | 90  | 90  | 90  | 90 | 90 |

(a) 원본 영상

|    |     |     |     |     |     |    |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 90 | 90  | 90  | 90  | 90  | 90  | 90 |
| 90 | 105 | 120 | 135 | 120 | 105 | 90 |
| 90 | 120 | 150 | 180 | 150 | 120 | 90 |
| 90 | 135 | 180 | 255 | 180 | 135 | 90 |
| 90 | 120 | 150 | 180 | 150 | 120 | 90 |
| 90 | 105 | 120 | 135 | 120 | 105 | 90 |
| 90 | 90  | 90  | 90  | 90  | 90  | 90 |

(b) 블러링 영상

[그림 6-16] 간단한 블러링 처리 예

## Section 04 샤프닝

- ▶ 블러링과는 반대되는 효과를 보이는 기법을 샤프닝(sharpening) 또는 영상 강화라고 함.
- ▶ 고주파에 해당하는 상세한 부분을 더욱 강조하여 대비 효과를 증가시킴
- ▶ 흐린 영상을 개선하여 선명한 영상을 생성하는데 주로 사용됨.

|    |    |    |
|----|----|----|
| -1 | -1 | -1 |
| -1 | 9  | -1 |
| -1 | -1 | -1 |

(a) 샤프닝 회선 마스크 1

|    |    |    |
|----|----|----|
| 0  | -1 | 0  |
| -1 | 5  | -1 |
| 0  | -1 | 0  |

(b) 샤프닝 회선 마스크 2

[그림 6-18] 크기가  $3 \times 3$ 인 샤프닝 회선 마스크

# 요약

## 화소의 영역 처리

- 출력 영상의 새로운 화소 값을 결정하려고 해당 입력 화소뿐만 아니라 그 주변의 화소도 함께 고려하는 공간 영역 연산
- 회선 기법(처리) 또는 컨벌루션 처리라고도 함.

## 회선 기법

- 주변 화소의 조합을 결정하여 새로운 화소를 출력해 줌.
- 원시 화소에 이웃한 각 화소에 가중치를 곱한 합을 출력 화소로 생성

## 화소의 영역 기반 처리

- 엠보싱 효과, 블러링, 샤프닝, 경계선 검출, 잡음 제거 등이 있음

## 엠보싱 효과

- 입력 영상을 양각 형태로 나타냄=영상의 특정 부분이 볼록해 보이도록 만듦.

## 블러링

- 영상의 세밀한 부분을 제거하여 영상을 흐리게하거나 부드럽게 나타내는 기술. 고주파 성분을 제거하는 기술(영상의 세밀한 부분은 고주파 성분).

## 경계선 검출

- 디지털 영상에 있는 경계선(Edge)을 찾아내는 기법

# 요약

- ☞ 화소의 영역 처리를 수행하는 디지털 영상처리 시스템은 선형 시불변 시스템을 만족시킴
  - 디지털 영상처리의 결과는 컨벌루션 또는 회선 처리로 얻을 수 있음
- ☞ 회선 기법으로 생성되는 새로운 화소 값
  - 이웃 화소 값과 이에 대응하는 회선 마스크의 가중치를 곱한 뒤 곱한 값을 더해서 얻음.
  - 여기서 가중치는 작은 행렬인 회선 마스크 또는 회선 커널로 구성됨.
- ☞ 디지털 영상에서 화소의 영역 처리를 수행하는 회선 기법
  - 가중치를 포함한 회선 마스크가 이동하면서 수행
- ☞ 경계 부분 처리
  - 회선 마스크에 대응할 요소가 없는 영상의 화소를 처리하는 방법
- ☞ 영상에서의 주파수 개념은 화소 값의 변화율을 나타냄.
- ☞ 블러링 처리나 스무딩 처리를 하려고 영상처리에서 사용하는 대표적인 저역 통과 필터로 가우시안 필터가 있음.

## 샤프닝(계속)

|    |    |    |
|----|----|----|
| 0  | -1 | 0  |
| -1 | 5  | -1 |
| 0  | -1 | 0  |

|    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | 10 | 50 | 50 | 50 | 10 | 10 |
| 10 | 10 | 50 | 50 | 50 | 10 | 10 |
| 10 | 10 | 50 | 50 | 50 | 10 | 10 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

(a) 원본 영상

|    |    |     |    |     |    |    |
|----|----|-----|----|-----|----|----|
| 10 | 10 | 10  | 10 | 10  | 10 | 10 |
| 10 | 10 | 0   | 0  | 0   | 10 | 10 |
| 10 | 0  | 130 | 90 | 130 | 0  | 10 |
| 10 | 0  | 90  | 50 | 90  | 0  | 10 |
| 10 | 0  | 130 | 90 | 130 | 0  | 10 |
| 10 | 10 | 0   | 0  | 0   | 10 | 10 |
| 10 | 10 | 10  | 10 | 10  | 10 | 10 |

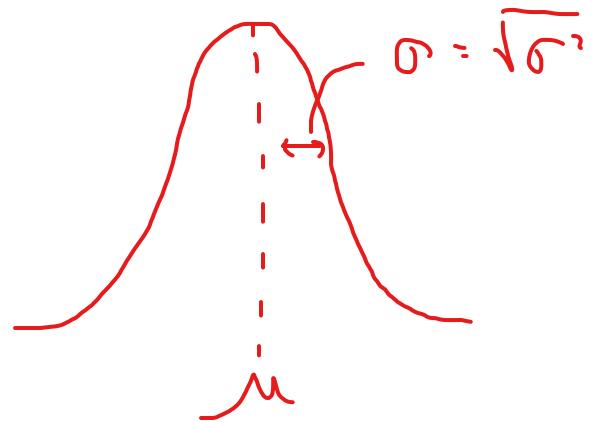
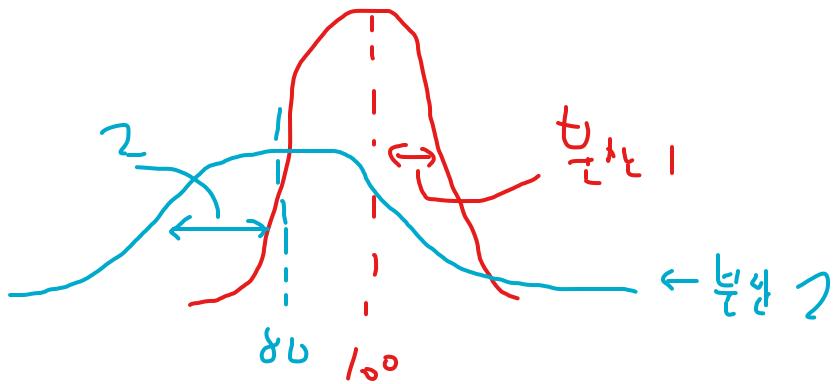
(b) 샤프닝 영상

[그림 6-19] 간단한 샤프닝 처리 예

## 가우시안 스무딩 필터링 처리

- 영상의 세세한 부분을 제거하여 부드럽게 하므로 스무딩(Smoothing) 처리라고도 함
- 스무딩 처리에 사용되는 대표적인 저역통과 필터로 가우시안 필터(Gaussian Filter)가 있음
- 이 필터는 수학적으로 잘 정의된 가우시안 함수에서 얻음.

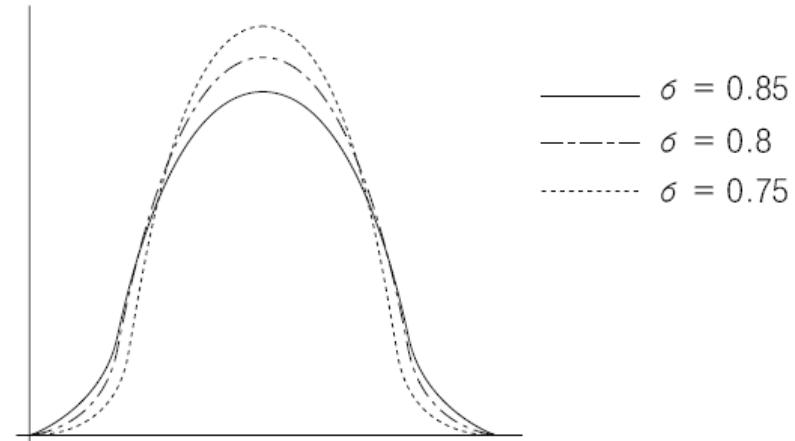
$$G[x, y] = \frac{e^{\frac{-(x^2+y^2)}{2\sigma^2}}}{2\pi\sigma^2}$$



# 가우시안 스무딩 필터링 처리(계속)

## • $\sigma$ 에 따른 가우시안 함수 그래프

- $\sigma$  값이 클수록 높이는 낮지만 폭은 넓어 지므로 많은 저주파 성분을 통과시킴.
- $\sigma$  값이 작을 수록 적은 저주파 성분만 통과시킴.



[그림 6-17]  $\sigma$  값에 따른 가우시안 그래프

## • 가우시안 필터

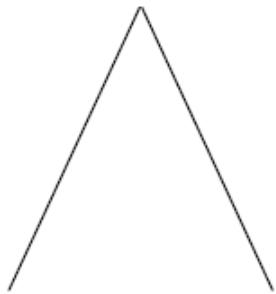
- 가우시안 함수를 표본화하여 마스크의 계수를 결정
- 오른쪽은  $3 \times 3$  가우시안 필터 계수. 모든 계수는 양의 값으로 그 합은 1

|      |     |      |
|------|-----|------|
| 1/16 | 1/8 | 1/16 |
| 1/8  | 1/4 | 1/8  |
| 1/16 | 1/8 | 1/16 |

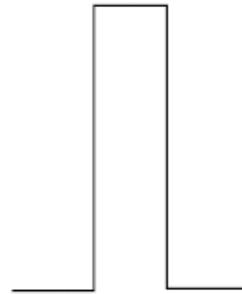
## Section 01 에지 검출의 개요

### ▶ 에지(edge)

- 디지털 영상의 밝기가 낮은 값에서 높은 값으로 또는 높은 값에서 낮은 값으로 변하는 지점
- 디지털 영상을 구성하는 객체 간의 경계(= 경계선)
- 디지털 영상의 에지: 물체 식별, 위치/모양/크기 등을 인지하고 방향성을 탐지할 수 있는 정보 제공



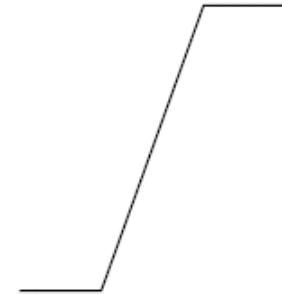
(a) 지붕형



(b) 선형



(c) 계단형



(d) 경사형

[그림 7-1] 다양한 에지 패턴

## ▶ 영역처리

- 에지를 검출하기 위한 방법으로 사용됨

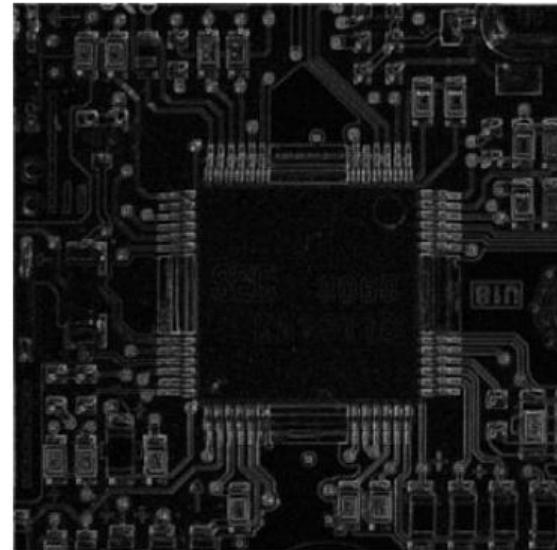
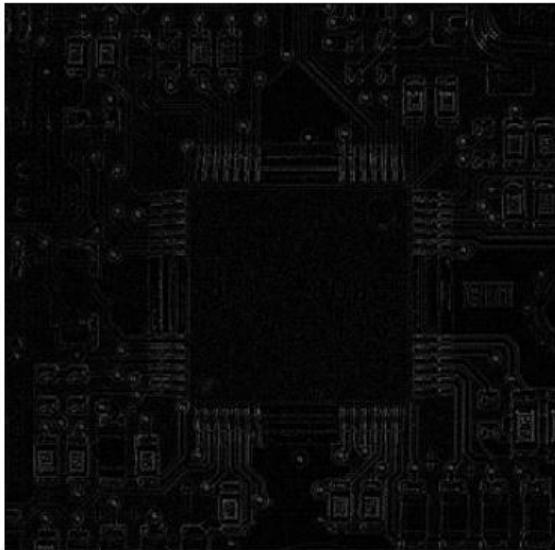
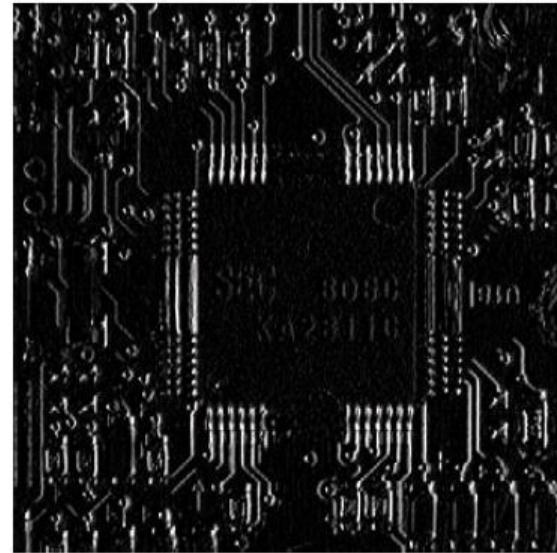
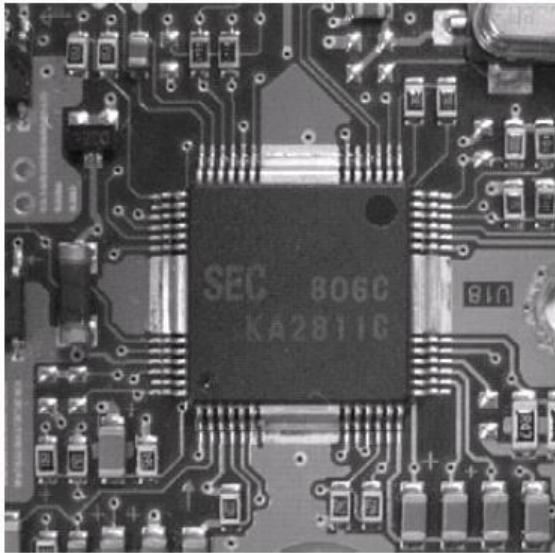
## ▶ 간단한 에지 추출 기법

- 연산 자체가 간단하고 빠름.
- 유사 연산자(Homogeneity Operator)와 차 연산자(Difference Operator)가 있음.
- 이 두 방법으로 얻은 에지를 강화하거나 약화시키는 추가적인 임계 값 (Threshold)을 처리하는 방법이 있음.

## ▶ 미분을 이용한 에지 검출 방법

- 에지가 화소의 밝기 변화율에 관여한다는 것
- 1차 미분을 이용한 검출 방법과 2차 미분을 이용한 검출 방법 있음
- 2차 미분을 이용한 검출 방법: 1차 미분으로 얻은 결과에 미분을 한 번 더 추가하여 에지 검출의 성능을 향상시킨 것

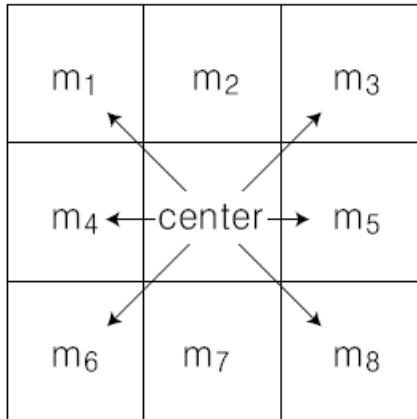
## 에지 검출의 개요(계속)



[그림 7-2] 다양한 1차 미분법으로 검출된 에지 영상

## 유사 연산자 기법

- 가장 단순한 에지 검출 방법으로 화소를 감산한 값에서 최대값을 결정하여 에지를 검출
- 뺄셈연산이 여러 번 수행되므로 계산 시간이 많이 소요됨



$$\text{New Pixel} = \max(|\text{center} - m_1|, |\text{center} - m_2|, |\text{center} - m_3|, |\text{center} - m_4|, |\text{center} - m_5|, |\text{center} - m_6|, |\text{center} - m_7|, |\text{center} - m_8|)$$

총 8번 계산

예

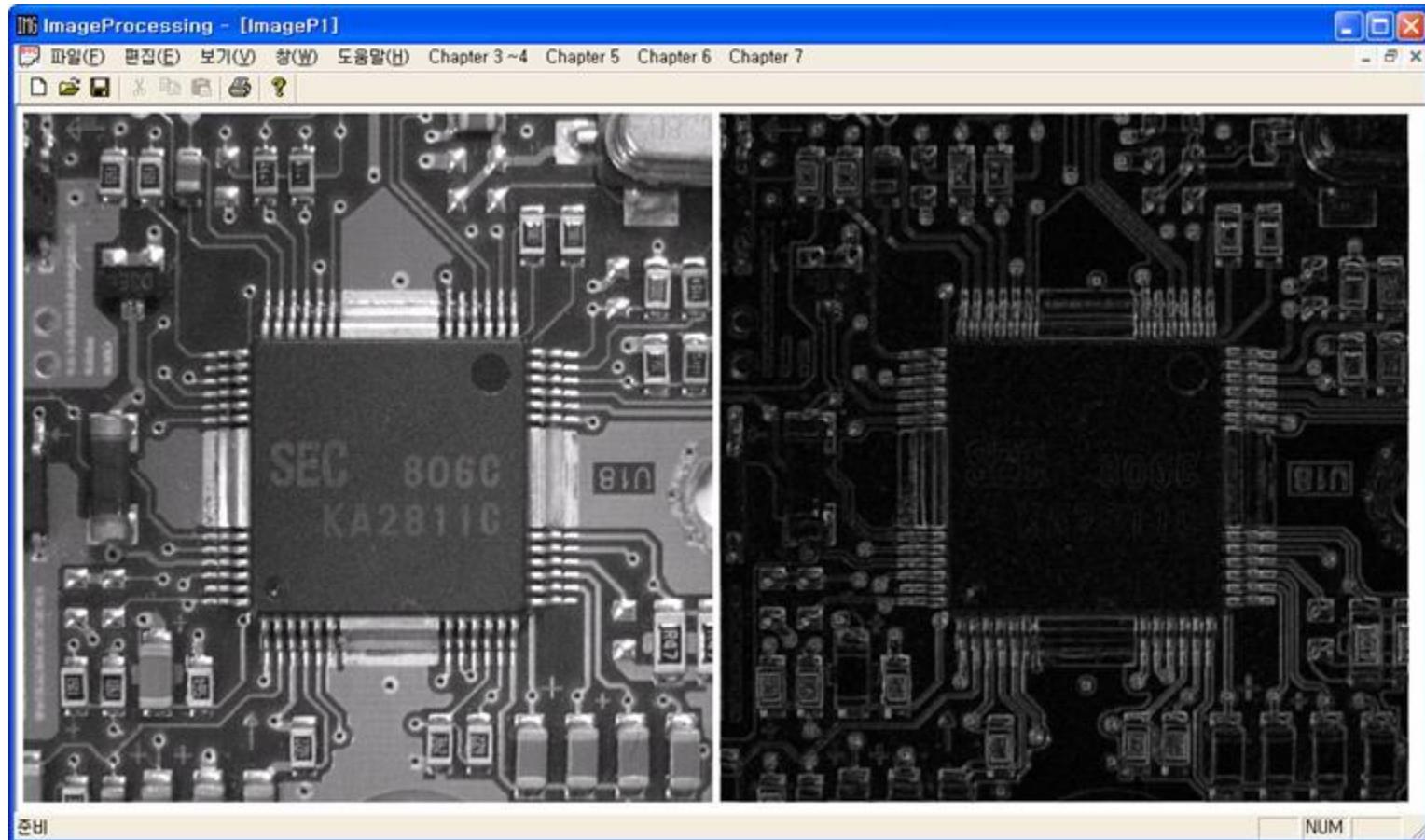
|   |   |   |
|---|---|---|
| 5 | 2 | 1 |
| 6 | 9 | 3 |
| 7 | 2 | 6 |

$$\begin{aligned}\text{New Pixel} &= \max(|9-5|, |9-2|, |9-1|, |9-6|, |9-3|, |9-7|, |9-2|, |9-6|) \\ &= 8\end{aligned}$$

[그림 7-4] 유사 연산자의 동작 원리

## [실습하기 7-2] 유사 연산자 에지 검출 처리 프로그램

### ⑤ 프로그램 실행 결과 영상



유사 연산자 기법으로 검출된 에지

## Section 02 에지 검출기

➊ 디지털 영상의 에지를 검출하는 가장 쉬운 방법은 화소 간의 차이를 이용하는 것

➋ 이동과 차분(Shift And Difference)

- 화소의 위치를 위쪽, 아래쪽, 왼쪽, 오른쪽으로 하나씩 이동시킨 뒤 원래 화소에서 이동 위치의 화소를 빼서 에지를 구함.
- 에지 검출기는 대부분 이 방법을 응용함.

|    |   |   |
|----|---|---|
| 0  | 0 | 0 |
| -1 | 1 | 0 |
| 0  | 0 | 0 |

(a) 수직 에지 검출 마스크

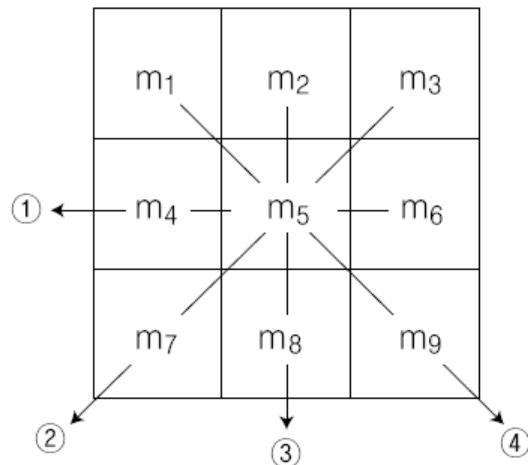
|   |    |   |
|---|----|---|
| 0 | -1 | 0 |
| 0 | 1  | 0 |
| 0 | 0  | 0 |

(b) 수평 에지 검출 마스크

[그림 7-3] 이동과 차분 방법에서의 에지 검출 마스크

# 차 연산자 기법

- 유사 연산자의 계산 시간이 오래 걸리는 단점을 보안해 주는 방법
- 뺄셈 연산이 여덟 번 필요한 유사 연산자와는 달리 화소당 네 번만 사용되어 연산 시간이 빠름.



New Pixel =  $\max(|m_1 - m_9|, |m_3 - m_7|, |m_2 - m_8|, |m_6 - m_4|)$   
총 4번 계산

예

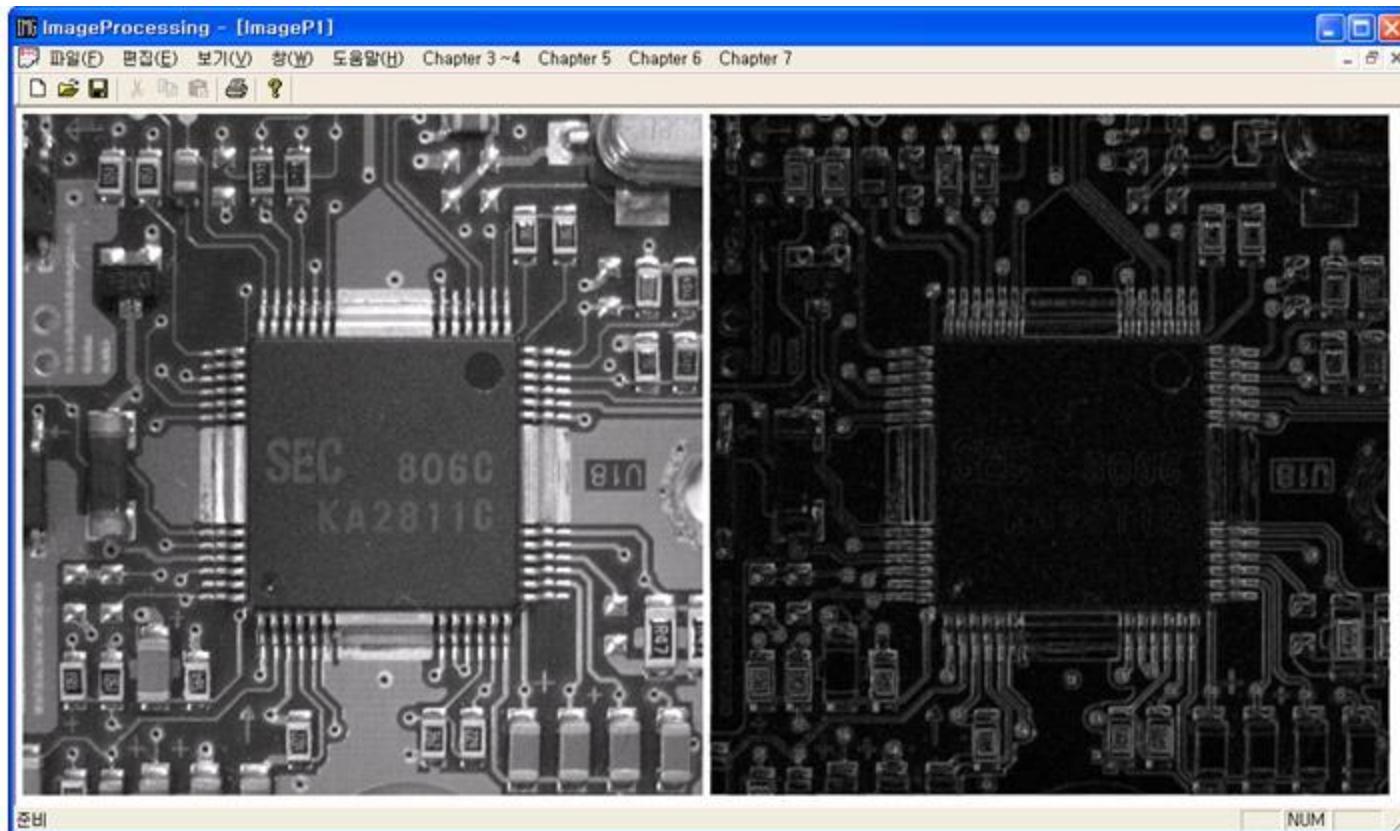
|   |   |   |
|---|---|---|
| 5 | 2 | 1 |
| 6 | 9 | 3 |
| 7 | 2 | 6 |

$$\max(|1-7|, |5-6|, |6-3|, |2-2|) = 6$$

New Pixel =  ~~$\max(|1-9|, |2-8|, |3-7|, |6-4|)$~~   
= 8

[그림 7-5] 차 연산자의 동작 원리

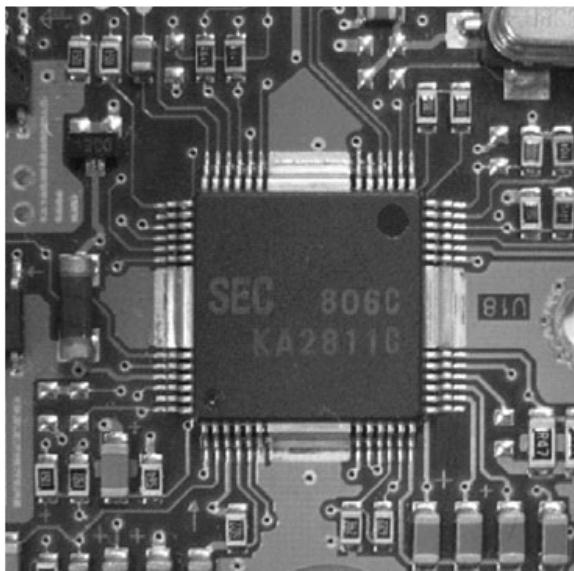
## 차 연산자 기법(계속)



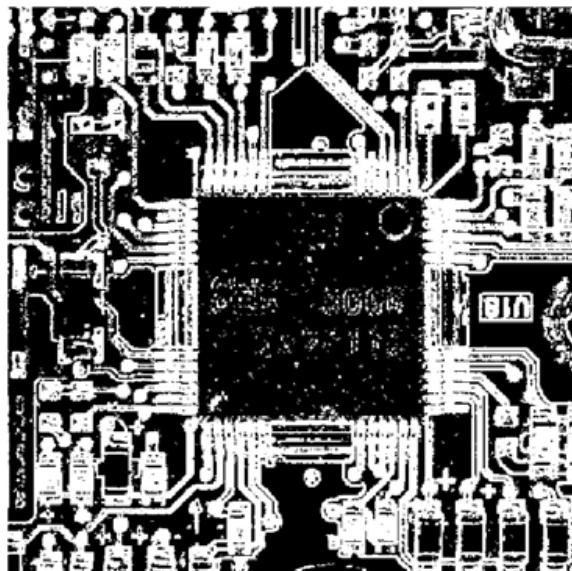
[그림 7-6] 차 연산자 기법으로 검출된 예지

## 임계 값을 이용한 에지 처리

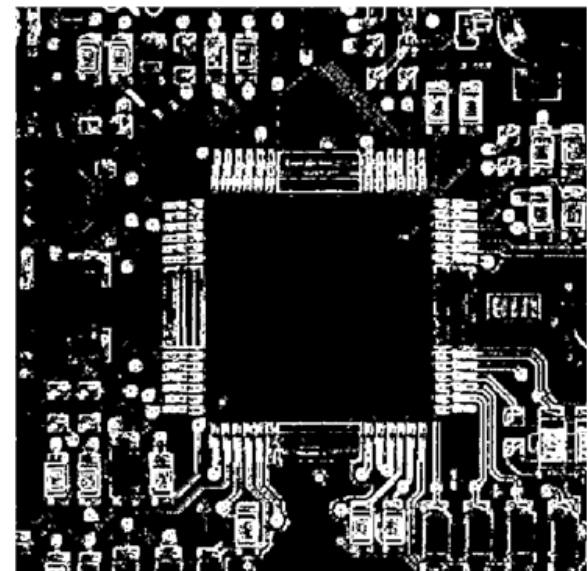
- 보통 에지 추출기와 함께 사용되어 강한 에지는 강하게, 약한 에지를 약화함.
  - 효율적으로 영상처리를 하기 위해서는 검출된 에지를 강조하거나 약화시킬 필요가 있음.



(a) 원본 영상



(b) 단일 임계 값 처리

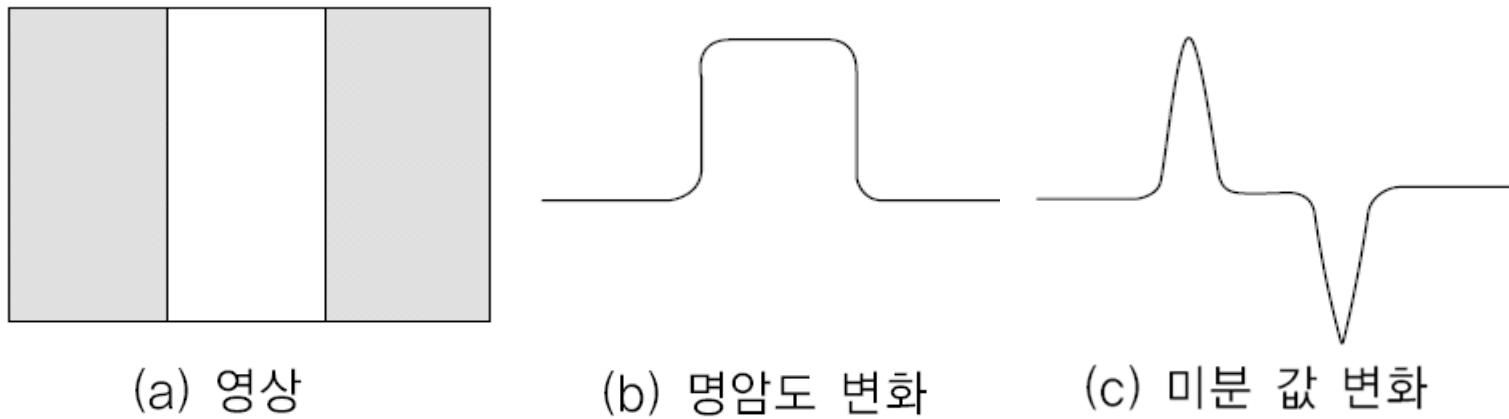


(c) 다중 임계 값 처리

[그림 7-7] 임계 값을 이용해 에지 처리한 영상

## Section 03 1차 미분을 이용한 예지 검출

- 💡 디지털 영상의 에지는 화소의 밝기 값이 급격히 변하는 부분이므로, 이 변화 부분을 탐지하는 연산을 이용해 에지 검출



[그림 7-8] 영상의 밝기 변화와 미분 값 변화

- ▶ 예지 추출에는 함수의 변화분을 찾는 미분 연산이 이용됨.

## 1차 미분을 이용한 예지 검출[계속]

### 좌표 (x, y)에서 각 방향으로의 편미분

$$\nabla H(x, y) = \begin{bmatrix} H_r(x, y) \\ H_c(x, y) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \\ \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f(x+1, y) - f(x, y) \\ f(x, y+1) - f(x, y) \end{bmatrix}$$

- 이웃 데이터와의 차이 값으로 표현되므로, 디지털 영상의 미분은 각 방향의 변화율을 나타냄.
- $H_r$ 는 행 검출기,  $H_c$ 는 열 검출기

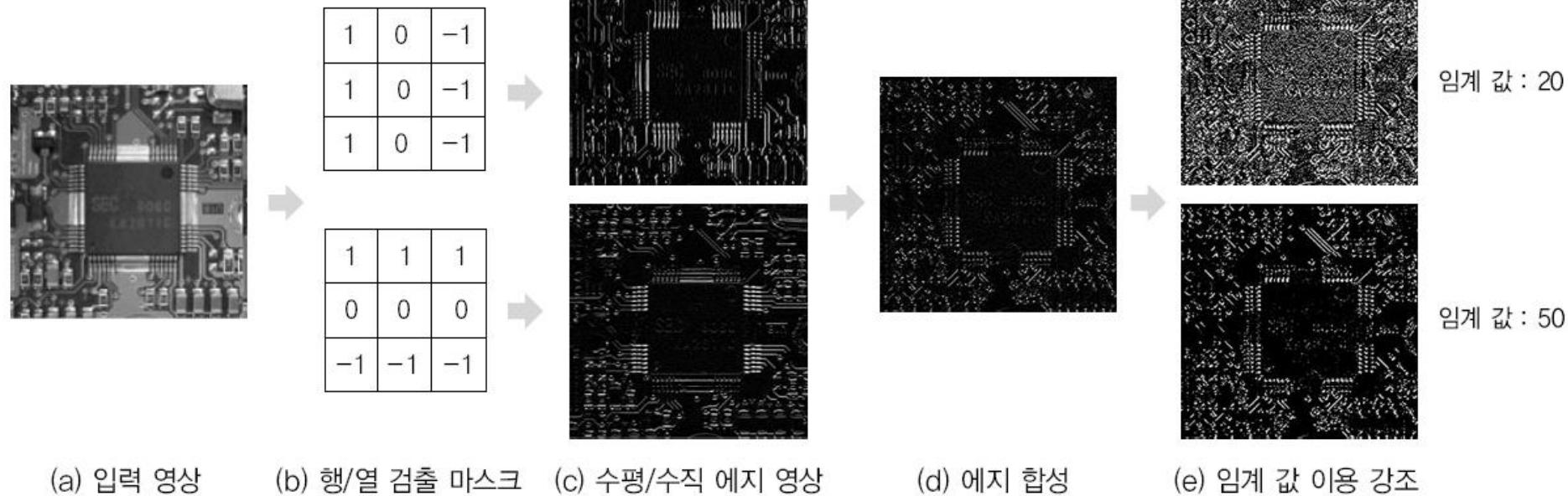
## 1차 미분을 이용한 에지 검출[계속]

### ▶ 영상의 전체 변화 분의 크기 계산

$$H(x, y) \approx |H_r(x, y)| + |H_c(x, y)| = \sqrt{H_r^2(x, y) + H_c^2(x, y)}$$

- 에지 검출을 위한 1차 미분 연산을 영역처리 기법의 회선 처리로 수행하려면 행 검출기  $H_r$ 과 열 검출기  $H_c$ 를 회선 마스크로 생성
- 편미분 식에서 제시된 이웃 데이터와의 차이를 표현하는 회선 마스크를 얻을 수 있음.
- 얻은 1차 미분 회선 마스크는 이동과 차분의 회선 마스크와 형태가 비슷함.
- 마스크의 크기가 클수록 상세한 에지를 검출하기 어렵고, 작으면 잡음에 민감하며, 회선 마스크의 합은 0이 됨

## 1차 미분을 이용한 에지 검출[계속]



[그림 7-9] 1차 미분 화선 마스크를 이용한 에지 검출 영상

# 1차 미분 회선 마스크의 종류

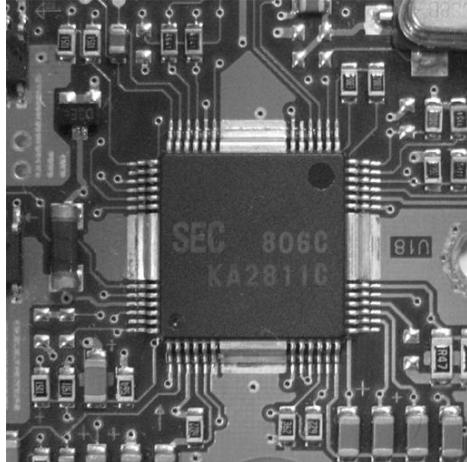
- 종류가 다양함.
- 로버츠(Roberts), 소벨(Sobel), 프리윗(Prewitt) 마스크가 대표적
- 행 검출 마스크와 열 검출 마스크가 있으며, 각 회선 마스크는 고유한 특징이 있음.

|     | 행 검출 마스크   | 열 검출 마스크   |
|-----|--|--|
| 로버츠 | $\begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$   | $\begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$   |
| 프리윗 | $\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ | $\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$ |
| 소벨  | $\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$ | $\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$ |

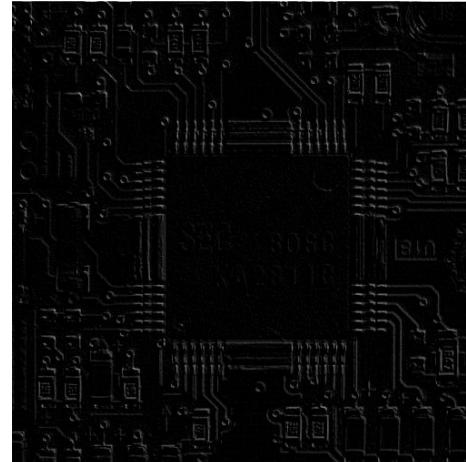
[그림 7-10] 다양한 1차 미분 회선 마스크

## 로버츠 마스크

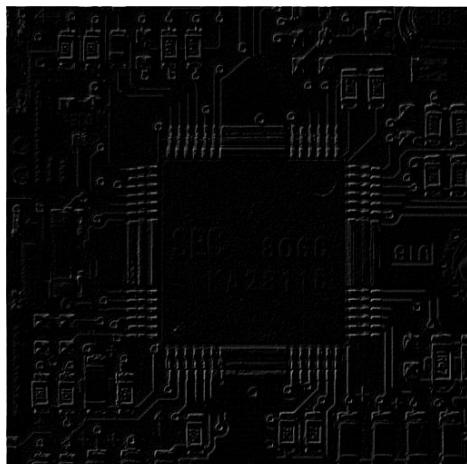
- 장점 : 크기가 작아 매우 빠른 속도로 동작하여 효과적으로 사용 가능.
- 단점 : 돌출된 값을 잘 평균할 수 없으며, 잡음에 민감함.



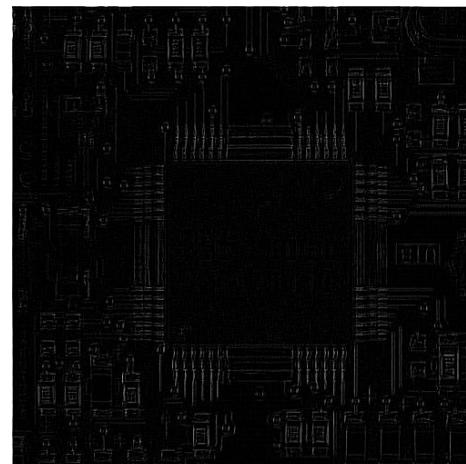
(a) 원본 영상



(b) 수평 방향 에지



(c) 수직 방향 에지

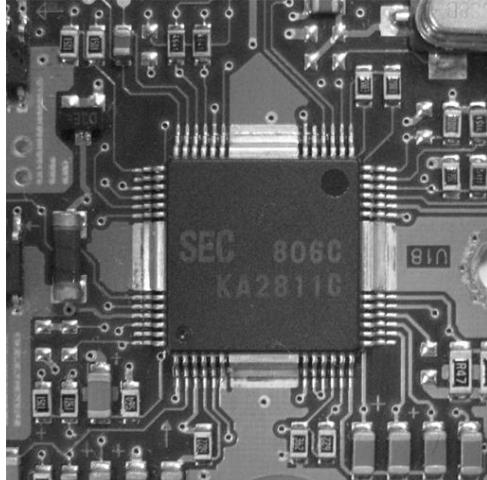


(d) 수평/수직 방향 에지

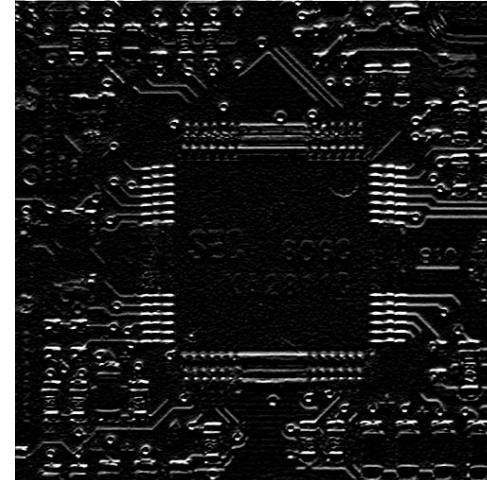
[그림 7-11] 로버츠 마스크를 이용한 에지 검출 영상

## 프리윗 마스크

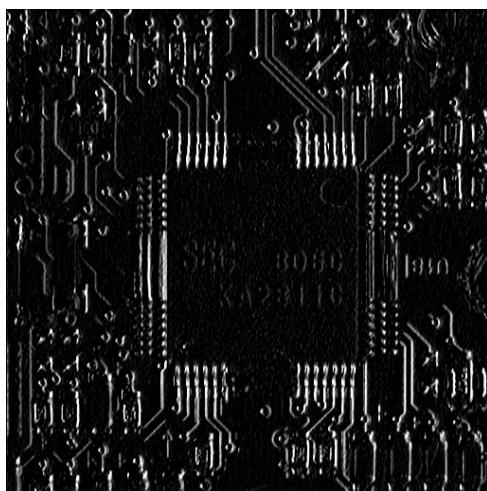
- 장점 : 돌출된 값을 비교적 잘 평균화함.
- 단점 : 대각선보다 수평과 수직에 놓인 에지에 더 민감하게 반응함.



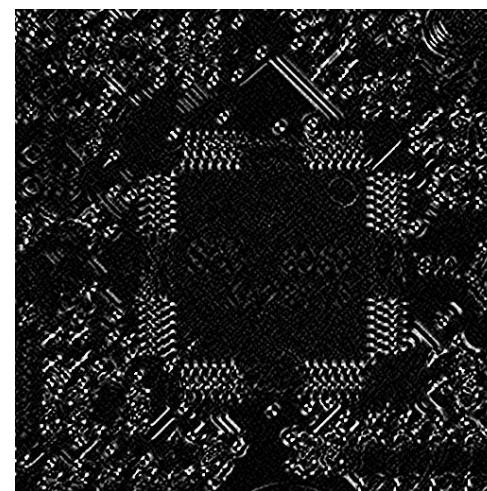
(a) 원본 영상



(b) 수평 방향 에지



(c) 수직 방향 에지

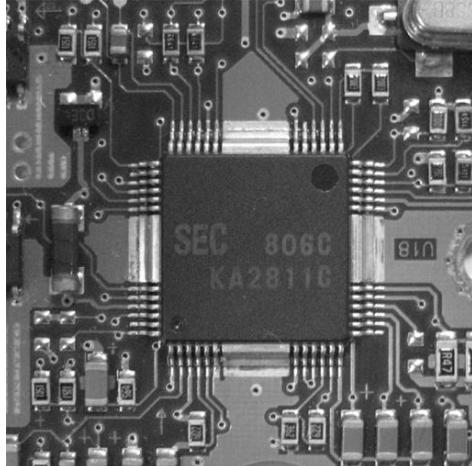


(d) 수평/수직 방향 에지

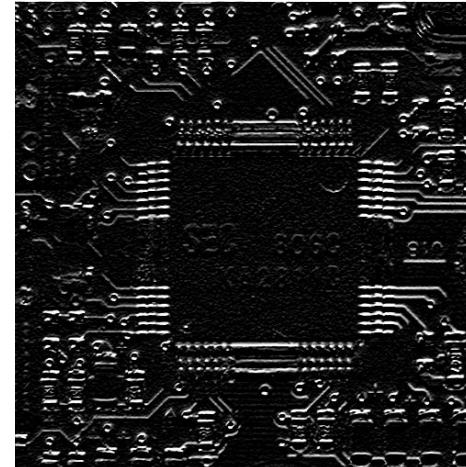
[그림 7-12] 프리윗 마스크를 이용한 에지 검출 영상

## 소벨 마스크

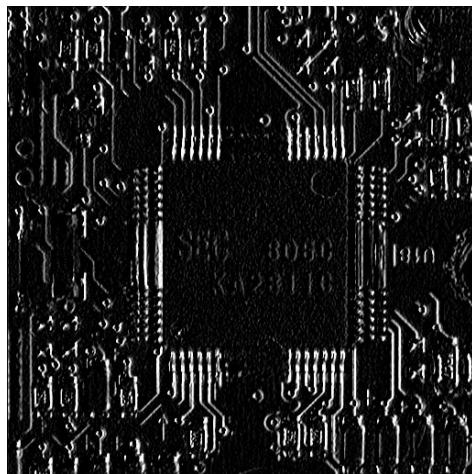
- 장점 : 돌출된 값을 비교적 잘 평균화함.
- 단점 : 대각선 방향에 놓인 에지에 더 민감하게 반응함.



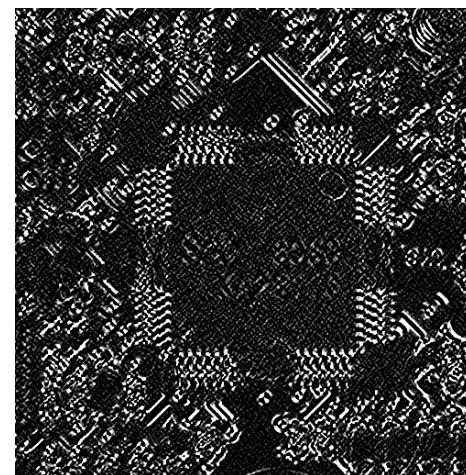
(a) 원본 영상



(b) 수평 방향 에지



(c) 수직 방향 에지



(d) 수평/수직 방향 에지

[그림 7-13] 소벨 마스크를 이용한 에지 검출 영상

## Compass Gradient Operator

- 예지를 좀더 정확하게 검출하려고 각기 다른 방향의 마스크 여덟 개를 이용하여 에지를 검출하는 방법
- 여덟 방향으로 수행한 연산의 결과 중 최대값을 최종 출력으로 결정함.
- 단점
  - 마스크의 크기가 작을수록 잡음에 민감하고,
  - 클수록 상세한 에지를 검출할 수 없음.

## Section 04 2차 미분을 이용한 에지 검출

☞ 임의의 이산 함수  $f(x)$ 에서의 1차 미분과 2차 미분 결과

$$f'(x) = \frac{df}{dx} = f(x+1) - f(x)$$

$$\begin{aligned} f''(x) &= \frac{d^2f}{dx^2} = \frac{df(x+1)}{dx} - \frac{df(x)}{dx} = (f(x+1) - f(x)) - (f(x) - f(x-1)) \\ &= f(x+1) - 2f(x) + f(x-1) \end{aligned}$$

☞ 2차 미분을 이용한 에지 검출기는 미분을 한 번 더 수행하므로, 1차 미분의 단점을 완화시켜 둔감하게 반응하도록 만듦.

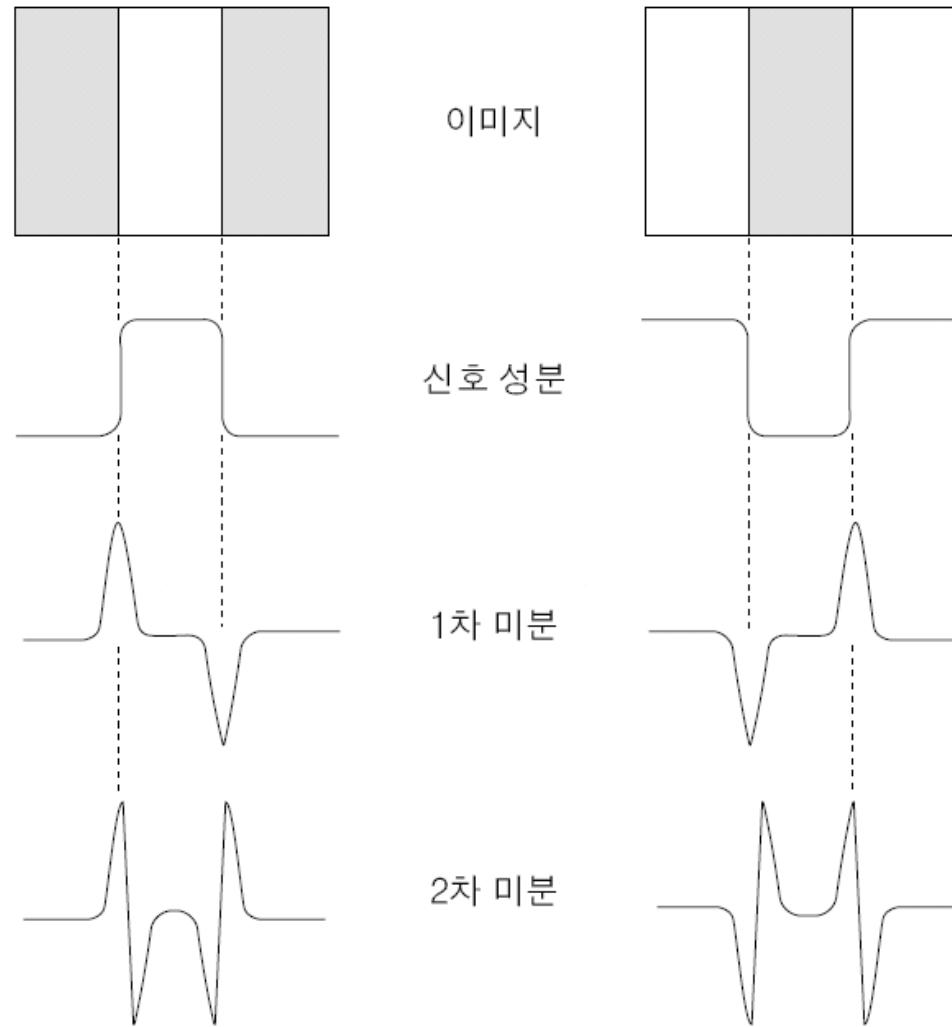
- 1차 미분을 이용한 에지 검출기의 단점: 에지가 있는 영역을 지날 때 민감하게 반응

☞ 2차 미분을 이용한 에지 검출기의 장점과 단점

- 장점: 검출된 에지를 끊거나 하지 않고 연결된 폐곡선을 형성함.
- 단점: 고립된 잡음에 민감하고, 윤곽의 강도만 검출하지 방향은 구하지 못함.

## 2차 미분을 이용한 에지 검출[계속]

- 2차 미분 연산은 에지 부분에서 부호가 바뀌는 영교차(Zero Crossing)의 특성이 있음.



[그림 7-15] 1차 미분과 2차 미분 검출기의 비교

## 라플라시안(Laplacian) 연산자

- 대표적인 2차 미분 연산자로, 모든 방향의 에지를 강조함.
- 라플라시안 연산자 공식

$$\nabla^2 f(x, y) = \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial y^2}$$

$$\frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x^2} = f(x+1, y) - 2f(x, y) + f(x-1, y)$$

$$\frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial y^2} = f(x, y+1) - 2f(x, y) + f(x, y-1)$$

$$\begin{aligned}\nabla^2 f(x, y) &= f(x+1, y) - 2f(x, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) - 2f(x, y) + f(x, y-1) \\ &= f(x, y+1) + f(x-1, y) + f(x+1, y) + f(x, y-1) - 4f(x, y)\end{aligned}$$

## 라플라시안(Laplacian) 연산자(계속)

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

(a)

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

(b)

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

(c)

[그림 7-16] 라플라시안 회선 마스크

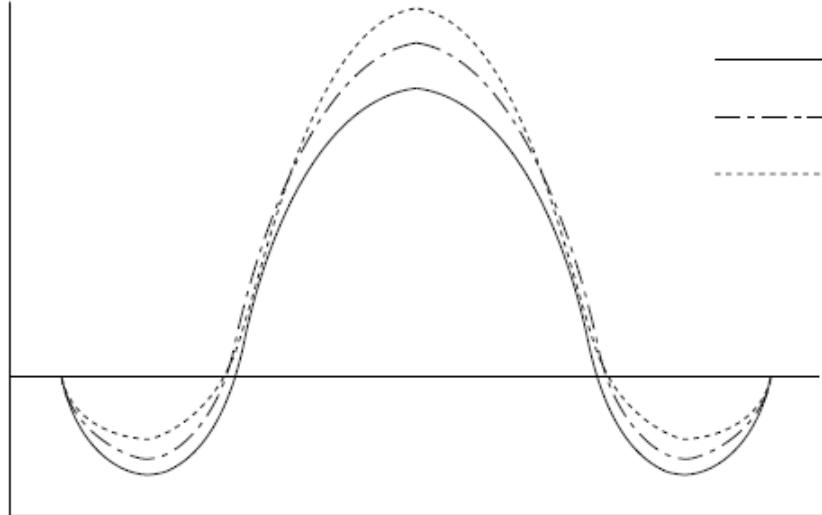
- ➊ 1차 미분의 회선 마스크에는 행과 열 방향의 회선 마스크가 있으나,
- ➋ 2차 미분의 라플라시안 회선 마스크에는 행과 열 방향이 합쳐져 한 개만 있음.
  - 회선 마스크의 합은 0

## LoG(Laplacian of Gaussian) 연산자

- ▶ 잡음에 매우 민감한 라플라시안 마스크를 이용한 에지 검출기의 문제점을 해결하기 위해 만듦.
- ▶ 가우시안 스무딩을 수행하여 잡음 제거 과정을 거친 뒤 에지를 강조하려고 라플라시안을 이용함.
- ▶ LoG 연산자 공식

$$\text{LoG}(x, y) = \frac{1}{\pi\sigma^4} \left[ 1 - \frac{(x^2 + y^2)}{2\sigma^2} \right] e^{-\frac{(x^2 + y^2)}{2\sigma^2}}$$

## LoG(Laplacian of Gaussian) 연산자(계속)



(a)

|    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
| 0  | 0  | -1 | 0  | 0  |
| 0  | -1 | -2 | -1 | 0  |
| -1 | -2 | 16 | -2 | -1 |
| 0  | -1 | -2 | -1 | 0  |
| 0  | 0  | -1 | 0  | 0  |

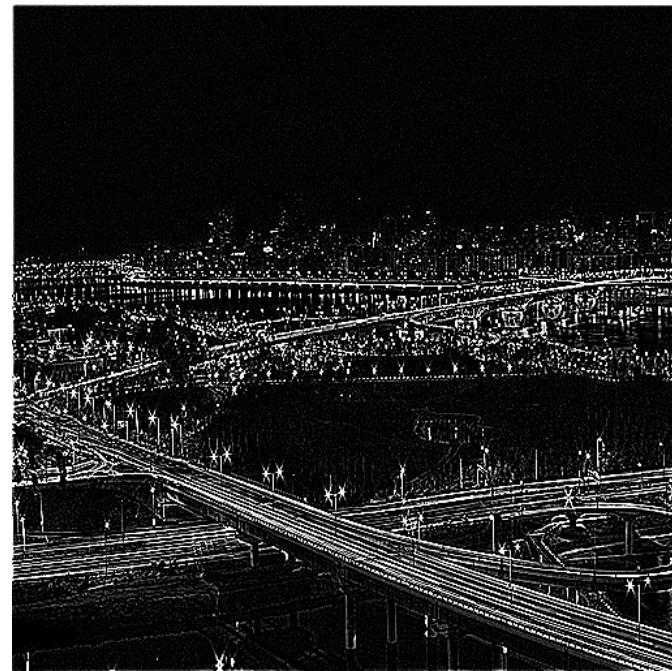
(b)

[그림 7-17] LoG의 멕시칸 모자 필터와 회선 마스크

## LoG[Laplacian of Gaussian] 연산자(계속)

### ▣ LoG를 수행하는 두 가지 방법

- 가우시안 스무딩 필터링을 먼저 수행하고 그 결과 값에 라플라시안을 수행하는 방법
- LoG 필터에 해당하는 선형 필터링을 한꺼번에 수행하는 방법



[그림 7-18] LoG로 검출된 에지 영상

## DoG(Difference of Gaussians) 연산자

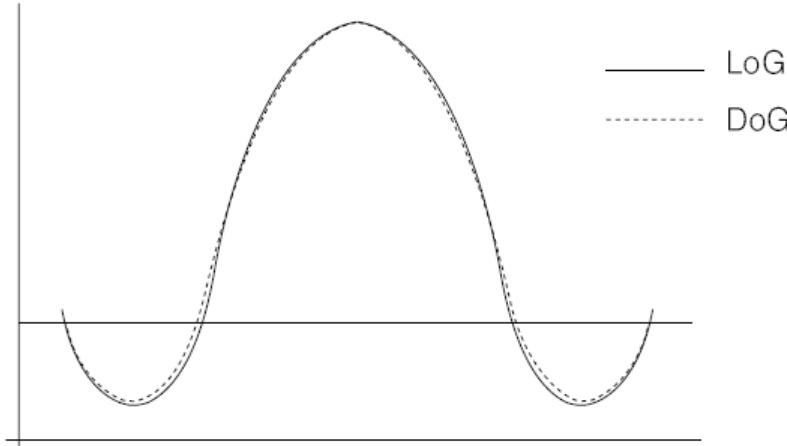
- 계산 시간이 많이 소요되는 LoG 연산자의 단점을 보완하기 위해 등장
- 각 가우시안 연산에 분산 값을 서로 다르게 주어 이 차를 이용해 에지 맵을 구함
- DoG 공식

$$DoG(x, y) = \frac{e^{\frac{-(x^2+y^2)}{2\sigma_1^2}}}{2\pi\sigma_1^2} - \frac{e^{\frac{-(x^2+y^2)}{2\sigma_2^2}}}{2\pi\sigma_2^2}$$

### 장점

- $\sigma_1$ 과  $\sigma_2$ 의 값을 변화시켜 검출할 에지의 넓이를 조절할 수 있음.
- $\sigma_1 / \sigma_2 = 1.6$ 의 값이 있는 비율이 LoG와 가장 비슷한 결과를 나타냄.

## DoG(Difference of Gaussians) 연산자[계속]



[그림 7-19] LoG와 DoG 그래프 비교

|    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 0  | 0  | -1 | -1 | -1 | 0  | 0  |
| 0  | -2 | -3 | -3 | -3 | -2 | 0  |
| -1 | -3 | 5  | 5  | 5  | -3 | -1 |
| -1 | -3 | 5  | 16 | 5  | -3 | -1 |
| -1 | -3 | 5  | 5  | 5  | -3 | -1 |
| 0  | -2 | -3 | -3 | -3 | -2 | 0  |
| 0  | 0  | -1 | -1 | -1 | 0  | 0  |

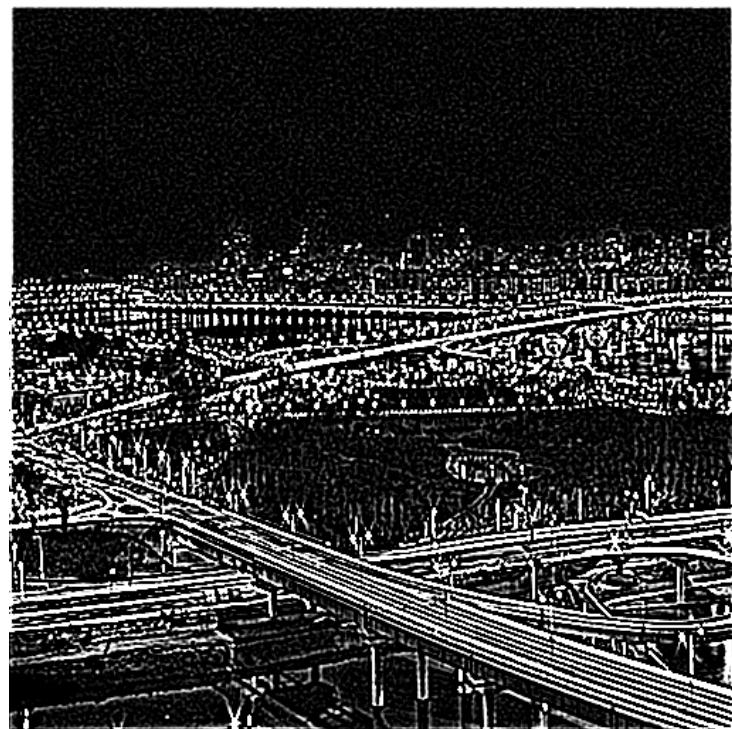
(a)  $7 \times 7$  DoG 마스크

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0  | 0  | 0  | -1 | -1 | -1 | 0  | 0  | 0  |
| 0  | -2 | -3 | -3 | -3 | -3 | -3 | -2 | 0  |
| 0  | -3 | -2 | -1 | -1 | -1 | -2 | -3 | 0  |
| -1 | -3 | -1 | 9  | 9  | 9  | -1 | -3 | -1 |
| -1 | -3 | -1 | 9  | 19 | 9  | -1 | -3 | -1 |
| -1 | -3 | -1 | 9  | 9  | 9  | -1 | -3 | -1 |
| 0  | -3 | -2 | -1 | -1 | -1 | -2 | -3 | 0  |
| 0  | -2 | -3 | -3 | -3 | -3 | -3 | -2 | 0  |
| 0  | 0  | 0  | -1 | -1 | -1 | 0  | 0  | 0  |

(b)  $9 \times 9$  DoG 마스크

[그림 7-20] DoG의 회선 마스크

## DoG(Difference of Gaussians) 연산자[계속]



[그림 7-21] DoG로 검출된 에지 영상

## 컬러 영상에서의 에지 검출

### ➊ RGB 컬러 모델을 사용할 경우

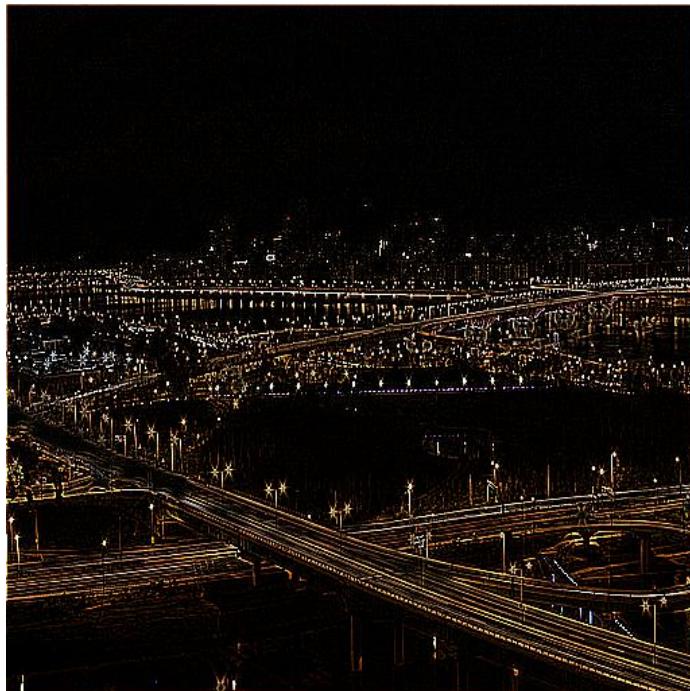
- R, G, B 각각에서 에지 검출을 위한 회선을 수행 후 검출된 에지를 다시 합해 컬러 영상의 에지를 얻음.
- 검출된 각 성분의 에지를 합치는 공식

$$E(x, y) = \sqrt{E_{red}^2(x, y) + E_{green}^2(x, y) + E_{blue}^2(x, y)}$$

### ➋ HSI 컬러 모델을 사용할 경우

- RGB 컬러 모델을 HSI 컬러 모델로 변환하여 명도값 (I)에서만 회선을 적용한 뒤 RGB 컬러 모델로 변경하여 컬러 영상의 에지를 얻음.

## 컬러 영상에서의 에지 검출(계속)



[그림 7-22] 컬러 영상에서의 에지 검출

# 요약

## ▣ 예지

- 디지털 영상의 밝기가 낮은 값에서 높은 값으로 또는 높은 값에서 낮은 값으로 변하는 지점(=경계선)

## ▣ 간단한 예지 추출 기법

- 연산 자체가 간단하고 빠름.
- 유사 연산자와 차 연산자, 임계 값 처리 방법이 대표적

## ▣ 유사 연산자

- 가장 단순한 방법으로, 일련의 화소를 감산한 값에서 최대값을 결정하여 예지를 검출

## ▣ 차 연산자

- 계산 시간이 오래 걸리는 유사 연산자의 단점 해결 위해 제시
- 화소당 뺄셈연산이 네 개만 사용되어서 빠른 연산 수행 가능

## ▣ 임계 값을 이용한 예지 처리

- 보통 예지 추출기와 함께 사용되어 강한 에지는 강하게, 약한 에지는 약화시키는 역할 수행

## ▣ 1차 미분 회선 마스크

- 종류가 다양
- 로버츠, 소벨, 프리윗 마스크가 대표적

## 📍 Compass Gradient Operator

- 에지를 좀더 정확하게 검출하려고 다른 방향의 마스크 여덟 개를 이용하여 에지를 검출하는 방법

## 📍 2차 미분 에지 검출기

- 라플라시안, LoG, DoG 등이 대표적

## 📍 라플라시안 에지 검출기

- 에지 검출 성능이 우수하여 다른 연산자보다 더욱 더 두드러지게 에지 추출
- 에지의 방향은 검출하지 못하고, 잡음 성분에 매우 민감하여 실제보다 많은 에지를 검출.

## 📍 LoG

- 잡음에 민감한 라플라시안의 문제를 해결하기 위해 만듦.
- 라플라시안을 적용하기 전에 가우시안 스무딩을 수행하여 잡음을 제거한 뒤 에지를 강조하는데 라플라시안을 이용
- 계산 시간이 많이 소요됨.

## 📍 LoG

- 계산 시간이 많이 소요되는 LoG의 단점 보완 위해 등장

# 요약

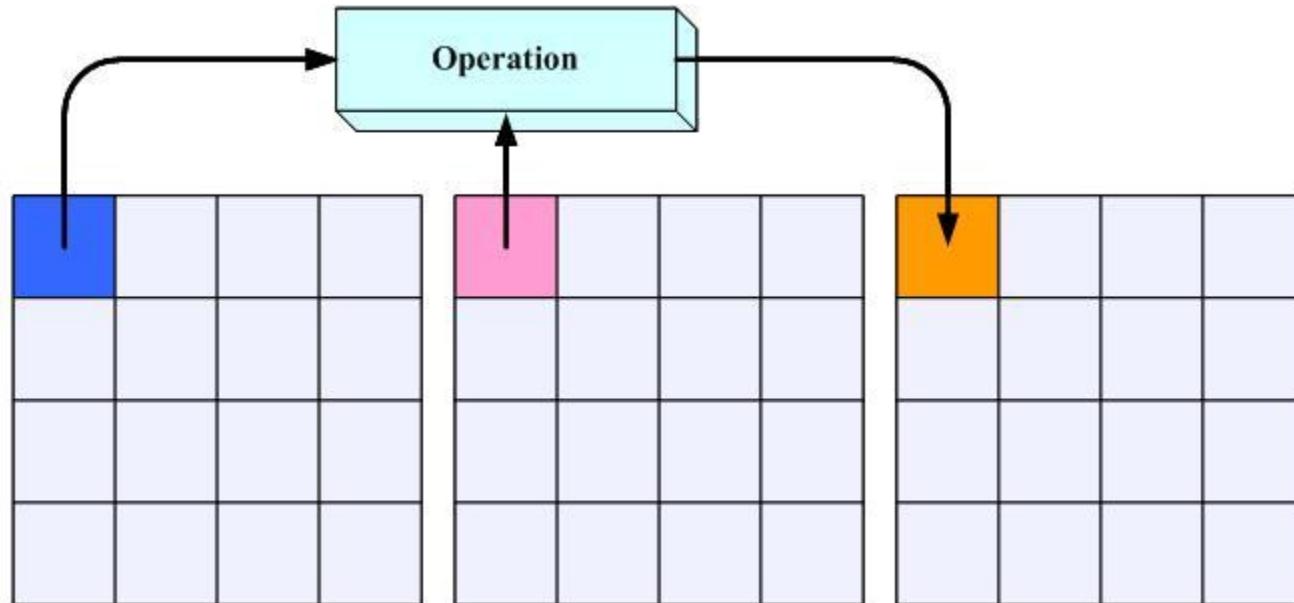
## ▣ 컬러 영상에서의 에지 검출

- **RGB** 컬러 모델 사용시: **R, G ,B** 각각에서 에지 검출을 위한 회선을 수행 → 검출된 에지를 다시 합침.
- **HSI** 컬러 모델 사용시: **RGB** 모델을 **HSI** 모델로 변환하여 명도값 (**I**)에만 회선을 적용 → **RGB** 모델로 변경해서 컬러 영상의 에지를 구함.

## Section 01 프레임 처리의 개념

### ▶ 프레임 처리(Frame Processing)

- 두 개 이상의 서로 다른 영상을 포함한 영상 간의 연산을 바탕으로 새로운 화소 값을 생성하는 것
- 생성된 결과 영상의 각 화소는 입력 영상과 같은 위치에 생성됨.



[그림 10-1] 프레임 처리의 개념

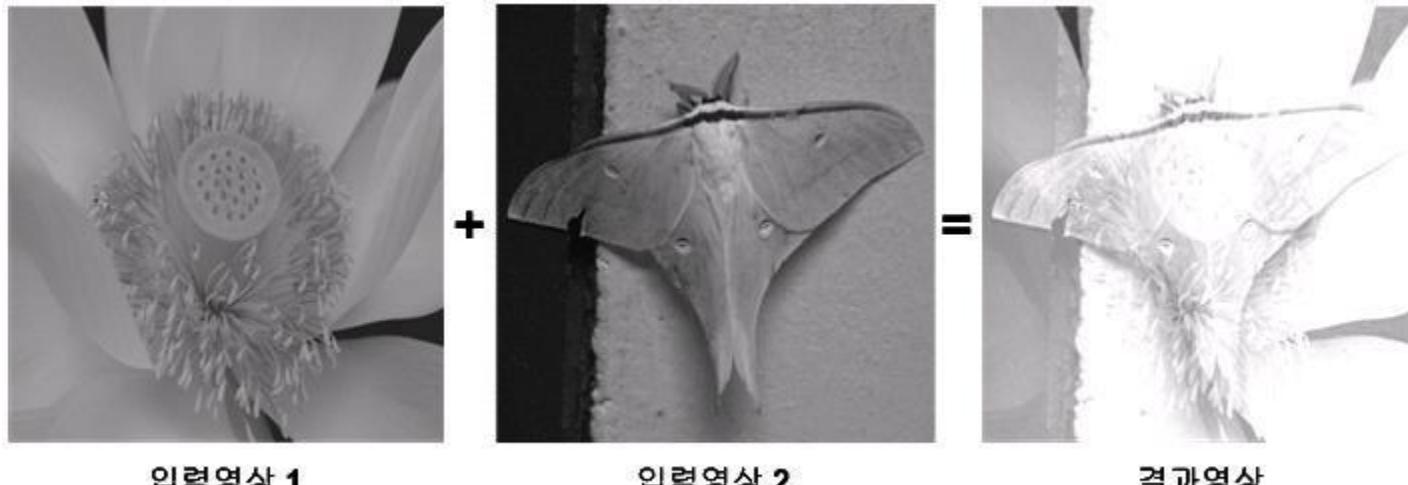
- 결합 처리(Combination Processing)와 합성 처리(Composition Processing)로 나뉨

## 프레임 결합 처리(계속)

## ▶ 결합 처리

- 서로 관련 있는 복수의 영상을 합성하여 향상된 품질의 영상을 만드는 것으로 주로 산술연산으로 수행
  - 영상 간의 덧셈, 뺄셈, 평균연산 등이 대표적

$$O(x, y) = I1(x, y) + I2(x, y)$$



[그림 10-2] 덧셈연산을 이용해 프레임 처리한 결과 영상

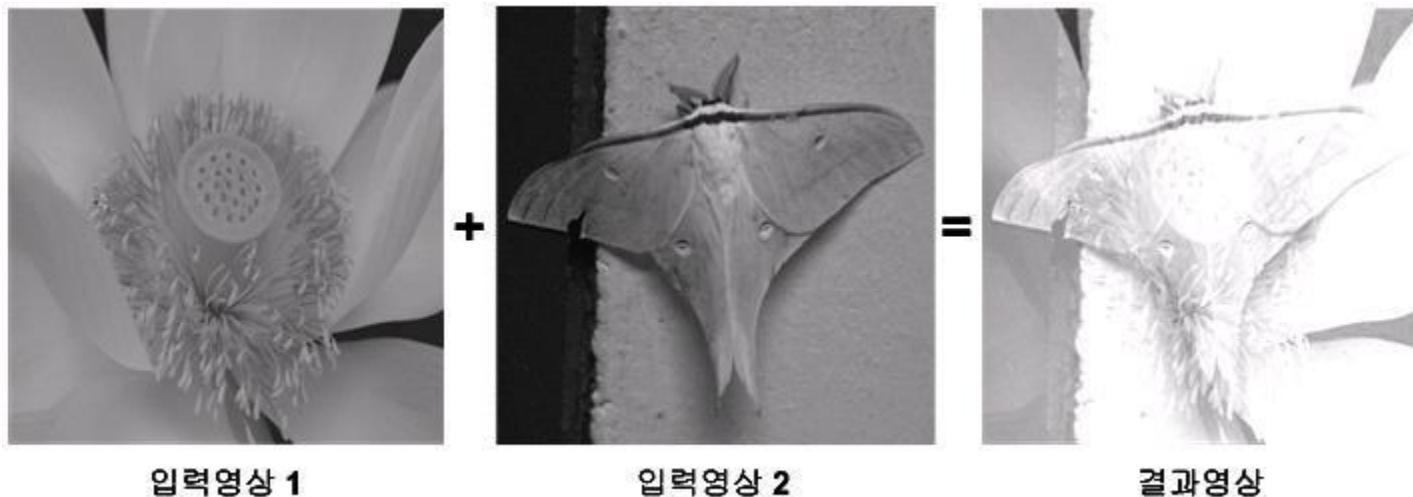
## Section 02 프레임 결합 처리-덧셈 연산을 이용한 프레임 처리

### 덧셈 연산을 이용한 프레임 처리

- ▶ 덧셈연산을 이용하여 프레임 처리한 결과 영상이 너무 밝아지는 것
- ▶ 오버플로를 방지하기 위해 프레임 처리에서  $\alpha$ 값을 이용한 공식

$$O(x, y) = \alpha I_1(x, y) + (1-\alpha) I_2(x, y)$$

- $\alpha$ 는 0~1 사이의 값



[그림 10-2] 덧셈연산을 이용해 프레임 처리한 결과 영상

## [실습하기 10-1] 덧셈을 이용한 프레임 처리 프로그램

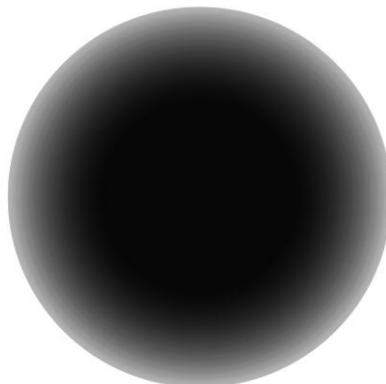
### ⑤ 프로그램 실행 결과 영상

- 밝기가 그대로 유지되면서 덧셈 프레임 처리가 수행된 결과 영상임
- 덧셈연산은 그림에서 보는 바와 같이 특정 부분을 강조 및 제거하거나 가장 쉽고 간단하게 두 영상을 합성하는데 응용 가능



입력영상 1

+



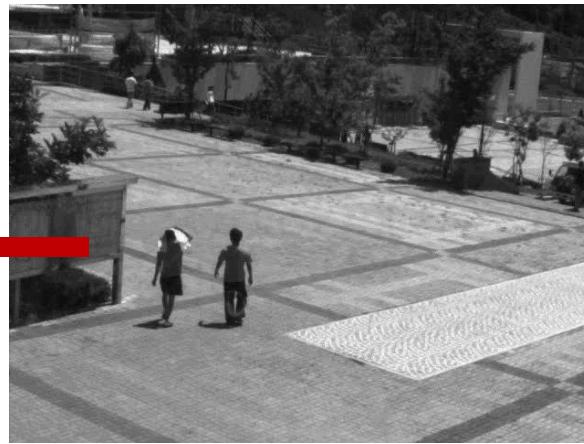
입력영상 2

=



결과영상

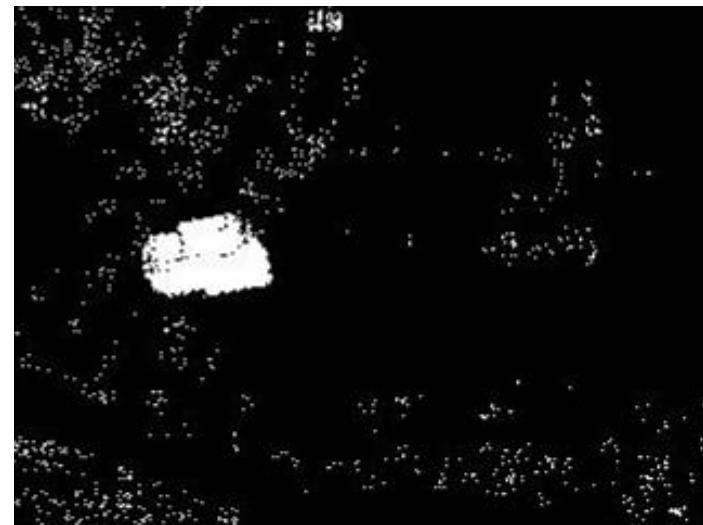
밝기가 같은 덧셈연산을 이용해 프레임 처리한 결과 영상



difference



after thresholding



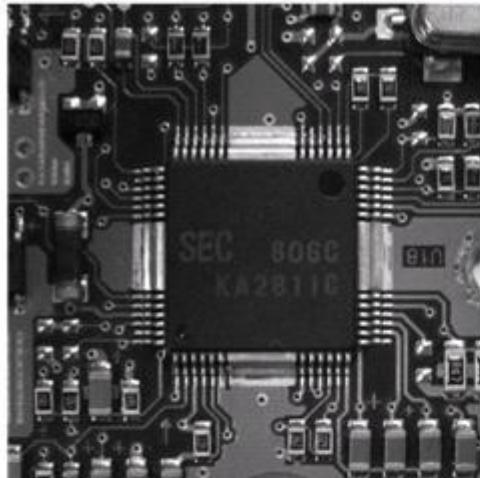
## 뺄셈연산을 이용한 프레임 처리

- ▶ 한 영상에서 다른 영상의 값을 빼서 두 영상 사이의 차이를 결정하는 프레임 처리
- ▶ 영상의 변화를 검출하는데 효율적
- ▶ 뺄셈 프레임 처리 공식

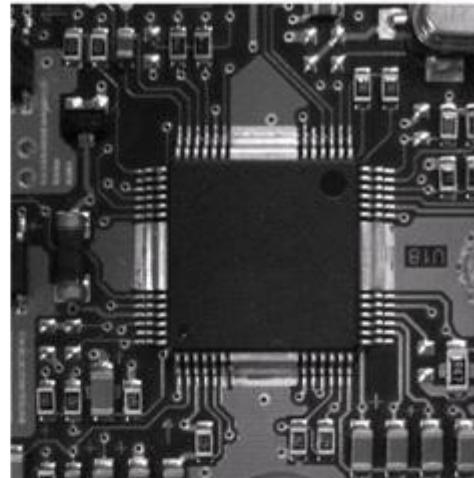
$$O(x, y) = I1(x, y) - I2(x, y)$$

- ▶ 똑같은 장면을 다른 시간대에서 촬영해 얻은 영상을 뺄셈 처리하여 대상체를 식별하는 방법으로, 배경제거, 감시 시스템, 조립 라인의 검사 시스템, 불필요하게 추가되는 잡음제거 등을 응용하는데 사용됨.

## 밸센연산을 이용한 프레임 처리(계속)



(a) 정상적인 영상



(b) 오류 영상



(c) 차 영상



(d) 차 영상의 이진화 영상

[그림 10-3] 밸센 프레임 처리를 이용한 검사 시스템 결과 영상

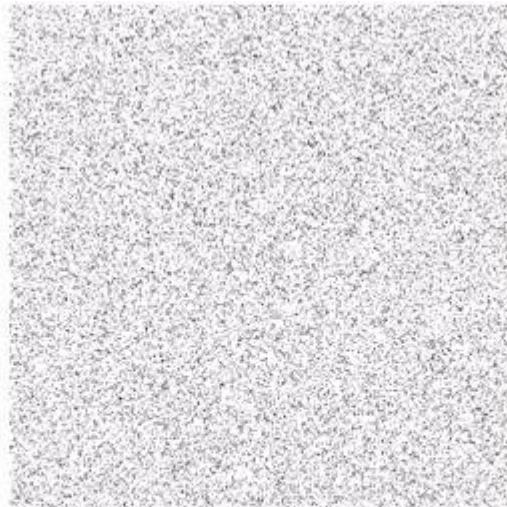
## [실습하기 10-2] 뺄셈을 이용한 프레임 처리 프로그램

### ⑤ 프로그램 실행 결과 영상

- 뺄셈 프레임 처리는 이미 아는 불필요한 잡음을 제거하는데 사용 가능
- (a)는 잡음이 첨가된 입력 영상이고, 이 잡음은 이미 알려진 형태
- 입력 영상에서 알려진 잡음을 뺄셈하면 잡음이 제거됨.



입력 영상



잡음



잡음제거 영상

잡음 형태를 알 때 차 영상을 이용하여 잡음제거

## 곱셈연산을 이용한 프레임 처리

- 서로 다른 두 영상을 곱하여 새로운 결과 영상을 얻는 프레임 처리 방법
- 덧셈처럼 영상을 합성하는 역할 수행
- 곱셈연산을 이용한 프레임 처리 공식

$$O(x, y) = I1(x, y) \times I2(x, y)$$

## [실습하기 10-3] 곱셈을 이용한 프레임 처리 프로그램

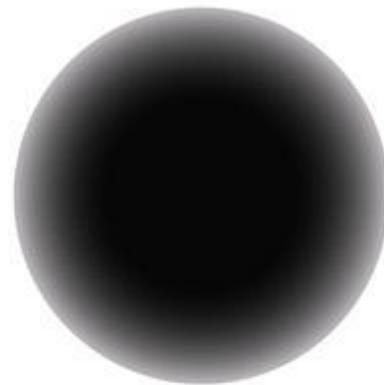
### ⑤ 프로그램 실행 결과 영상

- 결과 영상이 뒤에 소개될 AND 연산과 효과가 같음.



입력영상 1

×



입력영상 2

=



결과영상

곱셈 프레임 처리를 이용한 결과 영상

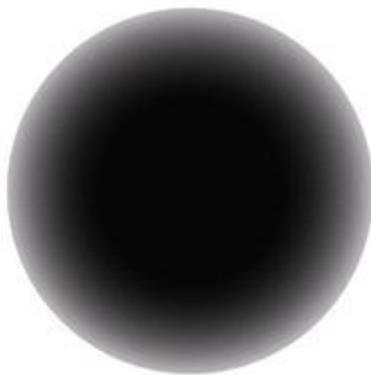
## [실습하기 10-4] 나눗셈을 이용한 프레임 처리 프로그램

### ⑤ 프로그램 실행 결과 영상



입력영상 1

÷



입력영상 2

=



결과영상

나눗셈 프레임 처리를 이용한 결과 영상

## 평균연산을 이용한 프레임 처리

- 같은 영상 여러 장을 다른 종류의 잡음으로 훼손하였다면 모두 영상의 평균을 구해서 자연스럽게 잡음을 제거하면 됨.
- 특정한 상황에서 잡음을 제거하는 방법으로 사용됨.
- 특정한 상황은 영상을 전송할 때 나타남.
- 전송 중에 생성되는 각기 다른 잡음의 형태를 평균화하여 제거 가능
- 전송 영상 두 개의 평균을 구하는 공식

$$O(x, y) = \frac{I_1(x, y) + I_2(x, y)}{2}$$



원영상



원영상 + 잡음



평균한 영상

[그림 10-4] 평균 프레임 처리를 이용한 결과 영상

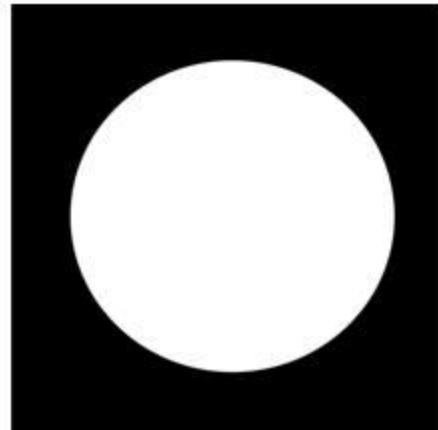
## [실습하기 10-5] AND 연산을 이용한 프레임 처리 프로그램

### ⑤ 프로그램 실행 결과 영상

- 실제 영상으로 AND 연산을 수행한 것으로, 특정 부분만 상쇄되고 원하는 부분은 그대로 유지됨.



AND



=



AND 연산으로 프레임 처리를 한 결과 영상

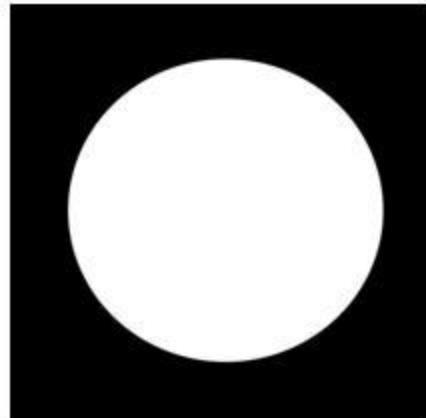
## [실습하기 10-6] OR 연산을 이용한 프레임 처리 프로그램

### ⑤ 프로그램 실행 결과 영상

- 실제 영상에 OR 연산을 이용한 프레임 처리를 수행하여 두 영상이 원하는 영역에서 서로 합성된 결과 영상



OR

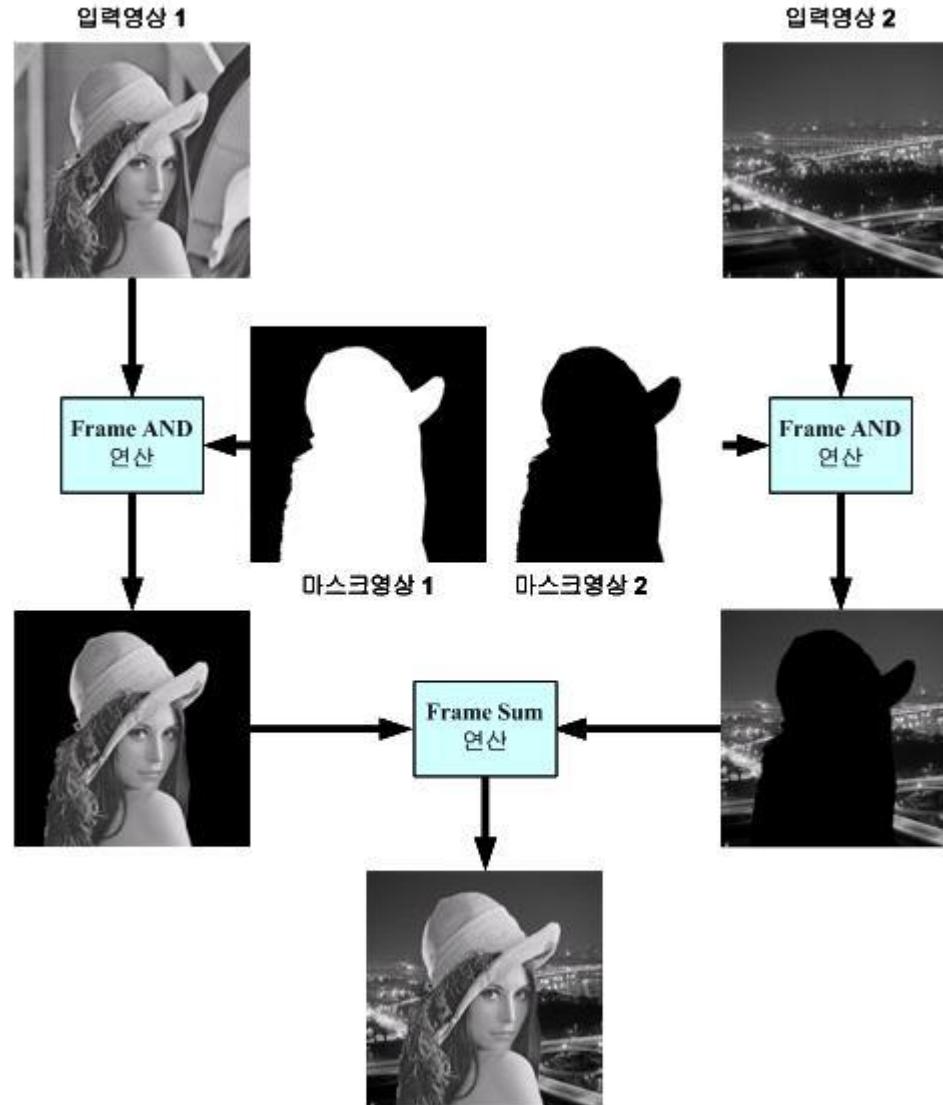


=



OR 연산으로 프레임 처리를 한 결과 영상

# 논리연산을 이용한 영상의 합성



[그림 10-7] 두 영상의 합성 과정

## Section 04 동영상의 개념

### ▶ 동영상

- 움직이는 순간적인 동작을 나타내는 정지영상을 순차적으로 보여주어 움직이는 것처럼 지각하게 한 것
- 정지영상이 모여 동영상을 만듦

### ▶ 프레임

- 동영상을 구성하는 개개의 정지영상



[그림 10-8] 동영상의 구성

# Reference

---

- 오일석, **Computer Vision**, 한빛 아카데미, 2014
- Scott E Umbaugh, **Computer Imaging**, CRC, 2005
- Mark Nixon and Alberto Aguado, **Feature Extraction & Image Processing**, ELSEVIER, 2008
- Frank SHIH, **Image Processing and Pattern Recognition**, IEEE Press, 2010



Thank you